

TUGAS AKHIR
LS 1336

**ANALISA GETARAN KAPAL FERRY
 PENYEBERANGAN KETAPANG - GILIMANUK
 TERHADAP KENYAMANAN PENUMPANG**



RSSP
 620.3
 Har
 9-1
 2006

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	7-2-2006
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	224435

Oleh :

OKTAVIANUS HARDIANTO
NRP. 4201 100 027

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
 FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA
 2006**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA GETARAN KAPAL FERRY PENYEBERANGAN KETAPANG - GILIMANUK TERHADAP KENYAMANAN PENUMPANG

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

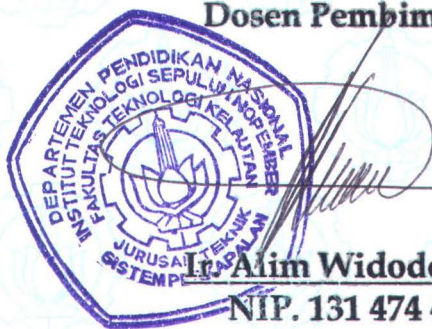
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Surabaya, 30 Januari 2006

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



Ir. Alim Widodo, MSc
NIP. 131 474 402



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN - ITS
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
KAMPUS ITS KEPUTIH SUKOLILO SURABAYA 60111
TELP.5994754, 5994251 - 55 PES 1102 FAX 5994754

SURAT KEPUTUSAN Pengerjaan Tugas Akhir LS 1336

Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS, maka perlu diterbitkan Surat Keputusan Pengerjaan Tugas Akhir yang memberikan tugas kepada mahasiswa tersebut dibawah untuk mengerjakan Tugas sesuai judul dan lingkup bahasan yang telah ditentukan.

Nama Mahasiswa : Oktavianus Hardianto
Nrp: : 4201 100 027
Dosen pembimbing : 1. Ir. Alim Widodo, MSc

Tanggal Diberikan Tugas :
Tanggal Diselesaikan Tugas :
Judul Tugas Akhir : ANALISA GETARAN KAPAL FERRY
PENYEBERANGAN KETAPANG - GILIMANUK
TERHADAP KENYAMANAN PENUMPANG

Surabaya, Oktober 2005

Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan - ITS


H. Suryo Widodo Adji, MSc.

NIP: 131 879 390

Dosen Pembimbing I



Ir. Alim Widodo, MSc
NIP: 131 474 402

Yang menerima tugas,
Mahasiswa



Oktavianus Hardianto
NRP : 4201 100 027

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Allah yang telah melimpahkan Kasih dan Karunia-Nya kepada saya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tujuan penulisan ini adalah untuk memenuhi salah satu kredit mata kuliah di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS Surabaya dan menambah pengetahuan.

Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima - kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayah (alm), mama, dan keluarga yang selalu mendukung saya.
2. Ibu Maria dan Bpk. Sony yang membantu selama perkuliahan ini.
3. Bapak Ir. Alim Widodo, MSc selaku Dosen Pembimbing.
4. Bapak Widodo yang membantu proses perijinan di Ketapang.
5. Ibu Kost yang selama ini membantu di Banyuwangi.
6. Bapak – bapak di pelabuhan Ketapang – Gilimanuk.
7. Bapak Taufik Fajar N,ST,MSc, selaku Koordinator Tugas Akhir.
8. Bapak DR. Ir. Suryo W.A, M.Sc selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK - ITS.

Akhir kata, semoga Tuhan melimpahkan berkat dan rahmat-Nya kepada mereka atas segala perhatian yang telah diberikan kepada penulis. Sebagai manusia biasa yang mempunyai keterbatasan, maka penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan adanya saran dan kritikan yang membangun dari pembaca.

Penulis

ABSTRAK

Pada tugas akhir ini akan dikerjakan suatu analisa getaran terhadap kenyamanan penumpang dimana salah satu penumpang dalam memilih alat transportasi laut adalah masalah kenyamanan, selain itu juga umur kapal yang cukup tua di daerah penyeberangan Ketapang – Gilimanuk cukup mempengaruhi getaran yang terjadi. Permasalahan ini sangat penting untuk bisa direalisasikan, hal ini dikarenakan peraturan – peraturan di dunia maritim akan semakin ketat.

Dalam analisa ini akan dicari level getaran lokal dan dibandingkan dengan hasil pengukuran, selain itu juga dilakukan kuesioner untuk mengetahui kenyamanan penumpang. Dari hasil pengukuran tersebut dianalisa apakah memenuhi beberapa peraturan maritim terutama peraturan pemerintah.

Analisa ini diharapkan akan memberikan informasi mengenai data – data getaran di kapal ferry penyeberangan Ketapang – Gilimanuk, dimana data ini dapat dipakai sebagai acuan dalam pembangunan kapal ferry baru, dari analisa ini juga dapat diketahui dampak – dampak akibat getaran kapal terhadap tubuh manusia.

Kata Kunci : Getaran, Ferry, Kenyamanan

ABSTRACT

In this final project will doing about analysis of vibration which influence of passenger comfort on ship, where one of the considering of passenger chose a sea transportation is a comfortable, beside of that the old age of ship in route Ketapang – Gilimanuk also influence magnitude of vibration. This problem very important to be realize, because of the rules in maritime will be firm.

On this analysis will be found a vibration level area on ship and be compare with the result of measure, beside of that also doing a kuesioner to know the comfort passanger. From that result of measure be analysis to know that measure is comply with the rules in maritime especially the government rule.

This analysis be hope will give information about vibration data on ferry vessel route Ketapang – Gilimanuk, where this data can be use as reference in new ferry building, and also understand the influence vibration to human body.

Keyword : Vibration, Ferry, Comfort

DAFTAR ISI

	Hal
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Permasalahan	I-2
1.3 Batasan Masalah	I-3
1.4 Hipotesa	I-3
1.5 Tujuan Penulisan	I-3
1.6 Manfaat Tugas Akhir	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Pengertian Getaran	II-1
2.2 Jenis Getaran Ditinjau Dari Gaya Penggerak	II-1
2.3 Konsep Getaran dan Perambatannya	II-3
2.4 Getaran Pada Kapal	II-5
2.5 Perhitungan Getaran Kapal	II-6
2.6 Getaran Pada Manusia	II-9
2.7 Instrumen Pengukur Getaran	II-10
2.8 Persyaratan Tingkat Getaran	II-11
2.9 Isolasi Getaran	II-13

BAB III	METODOLOGI	III-1
3.1	Umum	III-1
3.2	Metode Pengukuran Getaran	III-1
3.3	Menghitung waktu mengalami getaran	III-3
3.4	Analisa Getaran pada ruang penumpang	III-3
3.5	Mengetahui level kenyamanan	III-5
3.6	Membuat interaksi atau hubungan	III-6
BAB IV	ANALISA DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1	Getaran Hasil Pengukuran	IV-1
4.2	Menghitung waktu perjalanan	IV-4
4.3	Perhitungan Getaran pada ruang penumpang	IV-5
4.4	Level kenyamanan	IV-15
4.5	Analisa	IV-17
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
DAFTAR PUSTAKA	VI-1
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Hal
1. Gambar 2.1 Satu derajat kebebasan	II-4
2. Gambar 2.2 Frekuensi subsistem manusia	II-10
3. Gambar 2.3 Instrumentasi Alat Getaran	II-10
4. Gambar 3.1 Titik Ukur Alat Getaran	III-2
5. Gambar 4.1 Dharma Rucitra	IV-1
6. Gambar 4.2 Marina Pratama	IV-2
7. Gambar 4.3 Serio Domar	IV-3
8. Gambar 4.4 Reny II	IV-4

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu sektor dalam industri maritim yang cukup berkembang pesat adalah kapal ferry, yang berguna dalam kebutuhan transportasi maupun rekreasi. Penumpang semakin lama akan semakin selektif dalam bagaimana mereka memilih kapal dengan mempertimbangkan masalah biaya dan waktu. Salah satu pertimbangan pendukung untuk memilih antara kebutuhan biaya dengan waktu adalah masalah kenyamanan.

Semua mesin yang diproduksi dengan desain yang sesuai awalnya, memberikan tingkat getaran yang rendah. Dan selama pengoperasiannya, semakin lama, level getaran semakin meningkat, karena kelelahan bahan, keausan, deformasi, dan penempatan struktur. Kejadian – kejadian tersebut dapat menaikkan besar celah antara bagian – bagian yang rapat, ketidak lurusan pada poros, keretakan material dan ketidakseimbangan pada rotor. Maka semakin lama tingkat getaran semakin naik yang juga berarti kebutuhan akan perbaikan akan semakin dekat.

Getaran yang ada dikapal tidak bisa dihindarkan. Hal ini karena adanya sumber getar yang selalu timbul. Sumber ekstitasi getaran pada kapal secara garis besar adalah propeller menginduksi getaran, Mesin dan permesinan bantu menginduksi getaran, dan gelombang menginduksi getaran. Secara umum dalam ruang akomodasi, getaran yang timbul merupakan akibat perambatan getaran dari sumber getaran melalui struktur.

Dalam tubuh manusia terdapat resonansi frekuensi natural yang besarnya berbeda – beda pada tiap sub sistem tubuh manusia. Resonansi frekuensi natural pada kepala berbeda dengan resonansi frekuensi natural pada lengan dan kaki. Jika mendapatkan getaran dari luar, dan tingkat getaran tersebut sama dengan resonansi frekuensi natural maupun melebihi maka subsistem tubuh manusia ikut bergetar. Hal ini berpengaruh dalam hal kenyamanan dan kesehatan.

Getaran yang timbul dalam jangka waktu yang lama dan terus – menerus akan menimbulkan efek ketidaknyamanan pada penumpang. Oleh karena itu diperlukan analisa lebih mendalam akan pengaruh getaran yang ada dikapal terhadap kenyamanan penumpang, bahkan jika tidak diantisipasi akan mengganggu kesehatan.

Terdapat empat karakteristik getaran, yaitu besarnya getaran, frekuensi, durasi, dan arah. Respon manusia akan getaran meningkat seiring meningkatnya durasi manusia mengalami getaran, faktor waktu menjadi bagian yang cukup penting dalam manusia mengalami getaran.

1.2. Permasalahan

Kapal ferry pada penyeberangan Ketapang – Gilimanuk telah berumur 10 tahun lebih, hal ini tentu saja telah mempengaruhi peningkatan getaran yang ada dikapal, seberapa besar tingkat getarannya belum diketahui. Seiring dengan semakin berkembangnya peraturan – peraturan nasional dan internasional, tentu ingin diketahui apakah tingkat getaran pada kapal ferry penyeberangan Ketapang – Gilimanuk telah memenuhi standart tersebut, dan bagaimana dengan kenyamanan penumpang akibat adanya peningkatan getaran pada kapal ferry tersebut.

1.3. Batasan Masalah

1. Frekuensi getaran yang diukur yaitu pada ruang akomodasi pada kapal ferry rute Ketapang - Gilimanuk.
2. Perbandingan tingkat getaran yang digunakan yaitu dengan standar nasional dan internasional yang berlaku untuk getaran yaitu Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep. 51/Men/1999 Tanggal 16 April 1999; ISO2631-1 (1997); dan Lloyd's Register's.
3. Kuesioner yang dilakukan hanya difokuskan pada faktor kenyamanan penumpang.

1.4. Hipotesa

Hipotesa dari penelitian ini adalah :

1. Getaran pada kapal ferry penyeberangan Ketapang – Gilimanuk mengalami peningkatan daripada saat pertama kali beroperasi, tetapi peningkatan ini tidak signifikan mengingat kapal juga dilakukan beberapa bagian perawatan rutin.
2. Level kenyamanan di beberapa kapal masih relatif bisa diterima jika kebiasaan atau rutinitas penumpang naik kapal cukup tinggi.

1.5. Tujuan Penulisan

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk :

1. Mendapatkan data – data getaran pada ruang penumpang dari berbagai kapal ferry rute Ketapang - Gilimanuk dengan metode pengukuran pada ruang penumpang.
2. Mengetahui apakah kapal – kapal tersebut memenuhi persyaratan tentang getaran.



3. Mengetahui pengaruh getaran terhadap kesehatan penumpang.
4. Mengetahui pengaruh getaran terhadap kenyamanan penumpang.

1.6. Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Tersedianya informasi mengenai data – data getaran di kapal ferry rute Ketapang - Gilimanuk, dimana data ini dapat dipakai sebagai acuan dalam pembangunan kapal – kapal ferry baru baik sejenis maupun berbeda jenis, perencanaan isolasi pada masing – masing ruangan dan penentuan peletakkan permesinan sehingga didapatkan kapal ferry yang memenuhi peraturan nasional dan internasional.
2. Mengetahui dampak – dampak akibat getaran yang terjadi pada penumpang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Getaran

Getaran dapat didefinisikan sebagai “gerakan osilasi suatu partikel disekitar titik keseimbangannya pada benda padat, cairan, atau gas” (*Drogicinia, 1972*). Jumlah pengulangan atau gerakan bolak-balik yang terjadi tiap satuan waktu dinamakan frekuensi getaran (f). Jadi satuan getaran berupa 1 siklus/sekon = 1 Hz (Hertz, mengikuti nama fisikiawan Jerman, Heinrich Hertz).

Ditinjau dari gaya penggerak terjadinya getaran, dikenal dua macam getaran yaitu getaran bebas dan getaran paksa. Juga dikenal dua jenis getaran yaitu getaran tanpa redaman (*undamped*) dan getaran dengan redaman (*damped*). Getaran tanpa redaman pada dasarnya teoritik sifatnya, artinya dalam kenyataannya hampir tak pernah dijumpai getaran yang tak mempunyai redaman sama sekali. Adanya redaman pada sistem yang bergetar menyebabkan energinya makin lama makin sedikit dan pada akhirnya habis. Ini ditandai dengan berhentinya proses getaran.

2.2 Jenis Getaran Ditinjau Dari Gaya Penggerak

2.2.1 Getaran Bebas

Getaran bebas adalah gerakan periodik yang diamati sebagai sistem yang berpindah dari kedudukan kesetimbangan statis. Pada getaran bebas, sistem

bergetar karena adanya gaya konservatif (misalnya gaya gravitasi atau gaya elastik), artinya sistem bergetar karena gaya-gaya yang ada pada dirinya sendiri dan bukan karena ada gaya luar (*eksternal*). Gaya yang bekerja adalah gaya pegas, gesekan dan berat massa. Akibat adanya gesekan, getaran hilang sesuai dengan waktu. Getaran ini disebut dengan getaran bebas (*free vibration*) atau kadangkala disebut dengan *transient*

$$\chi_c = e^{-\zeta \omega_n t} (A \cos \omega_d t + B \sin \omega_d t)$$

Dimana : χ_c = amplitudo getaran bebas

ζ = faktor peredam

ω_n = frekuensi pribadi

ω_d = frekuensi pribadi teredam

A,B = konstanta sembarang

Getaran bebas terjadi misalnya pada gerak bandul, ataupun pada getaran balok yang elastis.

2.2.2 Getaran Paksa

Pada getaran paksa sistem bergetar karena ada gaya luar periodik yang memaksa sistem bergetar. Bila gaya luar, biasanya $F(t) = F_0 \sin \omega t$ atau $F_0 \cos \omega t$, bekerja pada sistem selama gerakan getarannya, *diterminologikan* sebagai getaran paksa (*forced vibration*). Pada getaran paksa, sistem cenderung bergetar pada *frekuensi* sendiri disamping mengikuti frekuensi gaya eksitasi. Dengan adanya gesekan, bagian gerakan yang ditahan oleh gaya

eksitasi sinusoida secara perlahan hilang. Dengan demikian sistem akan bergetar pada frekuensi gaya eksitasi dengan mengabaikan kondisi awal atau frekuensi pribadi sistem. Bagian getaran yang berlanjut terus tersebut disebut getaran keadaan steady (tunak) atau respon sistem. Respon keadaan steady selalu dibutuhkan dalam analisa getaran karena efek sinambungnya.

$$\chi_p = \frac{F_0}{\sqrt{(k - m\omega^2)^2 + (C\omega)^2}} \sin(\omega t - \phi)$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{C\omega}{k - m\omega^2}$$

dimana : χ_p = amplitudo getaran keadaan steady

F_0 = besar gaya eksitasi

k = konstanta pegas

m = massa sistem

C = koefisien peredam

ω = frekuensi gaya eksitasi

ϕ = sudut fasa

Getaran paksa biasanya terjadi pada getaran pondasi karena mesin yang bertumpu di atasnya bergetar.

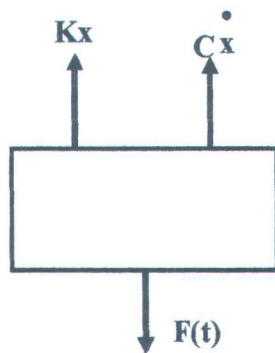
2.3 Konsep Getaran dan Perambatannya

Pendekatan pada fungsi respon frekuensi menekankan pada respon *degree of freedom transient* dan *steady state*. Sistem satu derajat kebebasan merupakan

konsep dasar dari getaran yang ada. Berikut ini merupakan penjelasan dari sistem satu derajat kebebasan :

Banyak sistem dapat bergetar dalam lebih dari pada satu kejadian dan arah. Apabila sistem dibatasi sehingga sistem hanya dapat bergerak dalam satu modus atau kejadian, atau apabila hanya satu koordinat bebas dibutuhkan untuk menunjukkan keadaan massa geometri sistem dalam ruang secara lengkap, maka sistem tersebut disebut satu derajat kebebasan.

Contoh :



Gambar 2.1 Satu Derajat Kebebasan

Pada sistem massa-pegas ini, apabila massa (m) dibatasi bergerak secara tegak maka hanya satu koordinat saja yang dibutuhkan untuk mendefinisikan kedudukan massa pada waktu sebarang dari kedudukan kesetimbangan statis. Berarti sistem ini memiliki satu derajat kebebasan.

Adapun persamaan gerakannya adalah sebagai berikut :

$$m \frac{dx^2}{dt} + c \frac{dx}{dt} + kx = f(t)$$

inersia damping pegas eksitasi

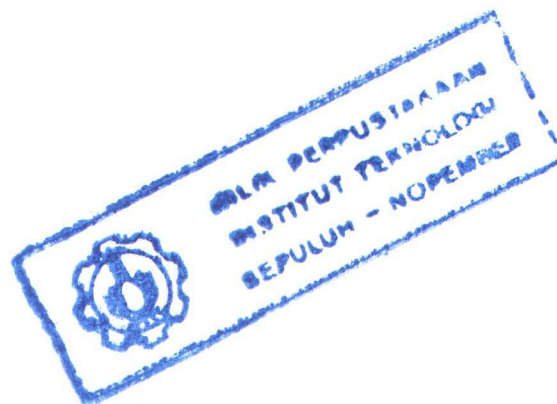
Untuk dua derajat dan multi derajat kebebasan, konsepnya hampir sama dengan satu derajat kebebasan.

2.4 Getaran Pada Kapal

Jika mengalami kavitasi maka propeller mengalami getaran. Mesin utama merupakan sumber ekstitasi yang cukup serius. Gaya yang muncul dari akibat gerakan crank pada tiap silinder serta gas akibat proses pembakaran menimbulkan gaya internal, maka gaya tersebut tertransmisikan ke struktur engine dan pondasinya. Dari pondasi tertransmisikan ke badan kapal. Didalam gelombang menginduksi getaran terdapat dua hal. Pertama, secara terus – menerus, *random vibration* dapat timbul akibat resonansi dari gelombang air laut, gaya ekstitasi akan muncul selama gelombang air laut berbenturan dengan lambung. Yang kedua, haluan yang memecah ombak, dan *bottom* yang bertabrakan dengan laut yang tidak rata, akan menimbulkan getaran transient yang muncul tiba – tiba dan hilang secara pelan.

Tiga alasan utama untuk memprediksi *performance* desain atau ukuran, analisa dan evaluasi terhadap getaran pada kapal perlu dilakukan karena :

1. Getaran dapat menyebabkan kerusakan berupa kelelahan pada elemen struktural yang penting di kapal.
2. Getaran dapat mengganggu fungsi sebenarnya yang penting pada mesin dan peralatan dengan serius.
3. Getaran dapat menghasilkan gangguan dan kegelisahan pada ABK dan dapat mengganggu efisiensi *performance* mereka dalam mengerjakan tugasnya.



2.5 Perhitungan Getaran Kapal

Dalam menganalisa suatu getaran, tentu diperlukan perhitungan teoritis, untuk mendapatkan data.

2.5.1 Getaran Akibat Eksitasi Engine

Massa-massa yang bergerak dalam engine secara umum dibedakan menjadi dua, yaitu seluruh massa yang mengalami gerak bolak-balik (m_{rec}) dan seluruh massa yang mengalami gerak rotasi (m_{rot}). Kedua gerakan massa ini akan menimbulkan gaya inersia pada arah gerakan piston (sumbu-Z) sebesar P_z dan gaya inersia pada arah tegak lurus gerakan piston (sumbu-X) sebesar P_x .

Untuk mencari frekuensi eksitasi :

$$\omega = \frac{2\pi RPM}{60} \text{ rad/s}$$

Untuk mencari frekuensi natural :

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K}{M}} \text{ rad/s}$$

Untuk mencari Transmisibilitas :

$$TR = \frac{\sqrt{1 + \left(2\xi \frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right)^2 + \left(\xi \frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}}$$

Untuk mencari Amplitudo :

$$A = \frac{F / K}{\sqrt{\left(1 - \frac{m\omega^2}{K}\right)^2 + \left(\frac{c\omega}{K}\right)^2}} \text{ m}$$

2.5.2 Getaran Global pada Superstructure

Untuk menghitung getaran global pada ruang penumpang, harus diketahui kekakuan pegas dari pelat, frekuensi eksitasi, gaya eksitasi, dan transmisibilitas.

Untuk kekakuan pegas, $k = \frac{E.A}{a} \text{ N/m}$

Gaya Eksitasi, $F_{eksitasi} = \frac{EHP}{(1-t)Va} \text{ N}$

2.5.3 Getaran Lokal pada Superstructure

Selain getaran global, dalam kapal juga terjadi getaran lokal pada Superstructure. Getaran lokal ini terjadi pada suatu luasan area tertentu yang dibatasi oleh girder, web, beam, dinding, maupun tiang penyangga. Berikut ini merupakan perhitungan untuk mencari frekuensi natural dari getaran lokal pada superstructure :

- Perhitungan pelat

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{t}{a^2} \quad (\text{rad / sec})$$

$$f_n = \omega_n / 2\pi \quad (\text{Hz})$$

dimana :

B = model pelat lantai seperti yang ada pada tabel B.6
pada lampiran.

t = tebal pelat

a = lebar pelat lantai

f_n = frekuensi natural

2.5.4 Level Getaran Lokal pada Superstructure

Dalam getaran lokal, untuk mengetahui seberapa besar level getaran yang dapat mempengaruhi kenyamanan penumpang perlu dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$V_t = V_g \times M$$

Dimana :

V_g = Level getaran keseluruhan pada ruang penumpang

M = faktor skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1$$

Dimana :

δ_s = lokal defleksi pada area deck

$$\omega_n = 3.13 \sqrt{\frac{1}{\delta_s}}, \text{ sehingga } \delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 \text{ inci}$$

Z = faktor resonansi transmisibilitas untuk sistem satu massa

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}}$$

Dimana :

β = rasio antara frekuensi ekstitasi dengan frekuensi natural

C/C_r = rasio damping (0.005-0.01)

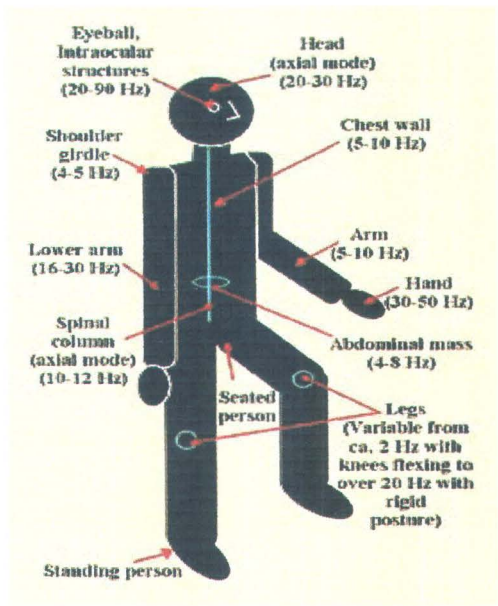
2.6 Getaran Pada Manusia

Getaran mungkin datang dari beberapa sumber seperti pergerakan kapal, mesin atau peralatan yang menggunakan tangan. Dan getaran dapat menimbulkan pengaruh yang merugikan pada kenyamanan, efisiensi, keselamatan, dan kesehatan pekerja. Resiko dari penyakit yang ditimbulkan akibat getaran tergantung dari beberapa karakteristik anatara lain : besar/jarak, frekuensi, durasi dan arah.

Getaran dapat ditransmisikan ke badan/tubuh melalui kaki pada saat keadaan berdiri, melalui pantat pada saat keadaan duduk dan melalui daerah yang mendukung pada saat keadaan berbaring atau bersandar. Pembeberan getaran seperti di atas biasanya disebut dengan *whole-body vibration*. Getaran mungkin juga ditransmisikan ke *whole-body* melalui perantara dimana badan/tubuh itu berada. Getaran juga dapat ditransmisikan melalui anggota badan seperti tangan, lengan, bahu dimana akan bermasalah ketika mengoperasikan alat pneumatik pengeboran atau alat yang berputar pada sumbunya yang digerakkan secara manual yaitu dengan tangan.

McCafferty dan McSweeney(2001) mengungkapkan bahwa kenyamanan penumpang dipengaruhi beberapa faktor, salah satunya adalah kondisi lingkungan sekitar yaitu getaran. Getaran ini akan tertransmisikan ke penumpang melalui

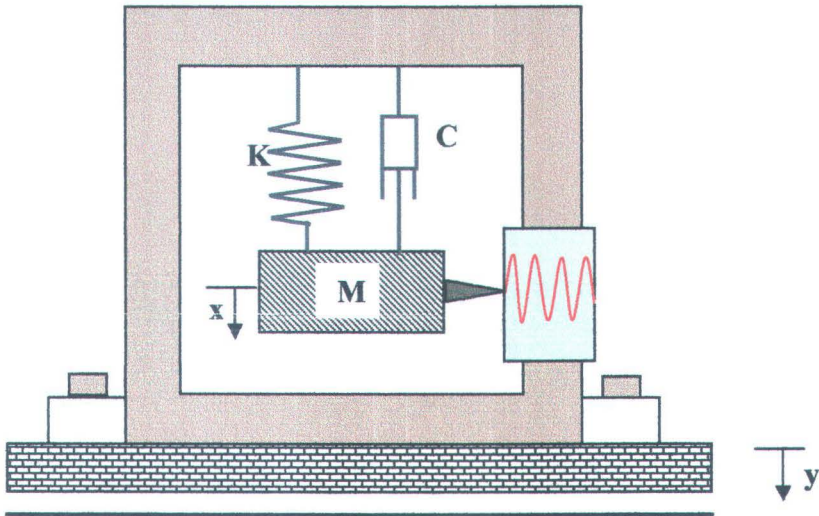
struktur. *SafetyLine Institute (1998)* telah memperkenalkan bahwa setiap bagian subsistem dari tubuh manusia memiliki resonansi frekuensi tersendiri. Frekuensi dari subsistem itu ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.2 Frekuensi Subsistem Manusia

Beberapa analisa menunjukkan bahwa tengkorak sendiri memiliki dasar getaran dalam jarak 300-400 Hz dengan resonansi, untuk mode tertinggi bisa mencapai 600-900 Hz, (*Bruel & Kjaer,1988, dalam SafetyLine Institute,1998*).

2.7 Instrumen Pengukur Getaran



Gambar 2.3 Instrument Alat Getaran

Elemen dasar berbagai instrumen pengukur getaran adalah unit seismik pada gambar diatas. Simpangan, kecepatan atau percepatan ditunjukkan oleh gerak massa yang digantungkan relatif terhadap kotak/ramanya, tergantung pada frekuensi yang digunakan. Dalam FFT analyser terdapat 2 hal utama, yaitu time domain analysis dan frekuensi domain analysis.

Time domain analysis dimulai dengan menganalisa sinyal sebagai fungsi waktu. Garis yang muncul dalam alat pengukur mengindikasikan gerakan dari struktur yang merespon getaran sumber. Dengan time domain analysis, dapat membantu dalam mengetahui karakteristik dari struktur. Karakteristik ini dapat ditunjukkan dengan puncak getaran maksimum.

Dalam frekuensi analysis, juga dapat digunakan. Dalam perhitungan matematika, memindahkan data dari time domain analysis ke frekuensi analysis dikatakan Fourier Transform.

2.8 Persyaratan Tingkat Getaran

2.8.1 Keputusan Menteri Tenaga Kerja

Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep. 51/Men/1999 Tanggal 16 April 1999 tentang nilai ambang batas faktor fisika di tempat kerja yang memuat tentang NAB getaran sebagai berikut :

Waktu 4 - 8 jam : 4 meter / detik kuadrat

Waktu 4 - < 4 jam : 6 meter / detik kuadrat

Waktu 1 - < 2 jam : 8 meter / detik kuadrat

Waktu kurang 1 jam : 12 meter / detik kuadrat

2.8.2 Peraturan ISO2631-1 (1997)

Sedangkan berdasarkan ISO2631-1 (1997) membagi kenyamanan menjadi beberapa level, yaitu :

Tabel 2.2 Syarat ISO

Scale	Mean Magnitude
Extremely uncomfortable	Greater than 2
Very uncomfortable	1.25 – 2.5
Uncomfortable	0.8 – 1.6
Fairly uncomfortable	0.5 – 1
A little uncomfortable	0.315 – 0.63
Not uncomfortable	Less than 0.315

2.8.3 Peraturan Lloyd's Register's

Lloyd's Register's memberikan klasifikasi kenyamanan untuk penumpang dan crew adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3 Syarat Lloyd

Maximum vibration levels	
1-5 Hz	5-100 Hz
Peak acceleration	Peak velocity
Mm/s ²	mm/s

Acceptance numeral				
	1	2	1	2
Passenger ships				
Luxury cabins	47	63	1.5	2
Standard cabins	47	79	1.5	2.5
Public spaces	47	79	1.5	2.5
Open recreation decks	79	110	2.5	3.5
Yachts				
Cabin and lounges	31	63	1	2
Wheelhouse	47	94	1.5	3
Oped decks	63	110	2	3.5
High speed craft				
Public spaces	79	126	2.5	4

2.9 Isolasi Getaran

Sistem isolasi getaran ada dua macam, yaitu isolator aktif dan isolator pasif.

2.9.1 Isolator Aktif

Isolator aktif telah mencapai banyak perkembangan dalam beberapa tahun terakhir. Cara kerja Isolator aktif atau biasa juga disebut kontrol getaran aktif adalah menggunakan tranduser yang menciptakan gaya dimana gaya tersebut berasal dari amplifier dan peralatan monitoring getaran. Tranduser memproduksi gaya getaran dalam satuan frekuensi dan amplitudo sesuai dengan yang ada pada

alat monitoring getaran. Pada prinsipnya aplikasi ini memberikan gaya yang besarnya sama dengan gaya eksitasi tapi berlawanan sehingga dapat memutuskan jaringan/alur distribusi getaran pada lokasi instalasi.

2.9.2 Isolator Pasif

Isolator pasif terdapat dalam beberapa bentuk. Kelebihan dari isolator pasif adalah perawatan yang kecil sekali, mudah dalam mendesain, mudah dalam menginstall, biaya awal yang cukup. Isolator pasif dibagi 3 grup kategori :

1. Pad/Blok; Secara umum terbuat dari neoprene, fiberglass, felt, dan material yang kompresible lainnya. Dapat didesain dalam berbagai ukuran, ketebalan, kemampuan pembebanan. Isolator ini dapat berkurang seiring dengan bertambahnya umur Pad.
2. Spring; Dapat didesain dalam berbagai ukuran dan kemampuan pembebanan. Spring ini diklasifikasikan sesuai dengan defleksi pada saat pembebanan. Spring pada umumnya memiliki damping yang rendah. Spring lebih mahal dari Pad, tetapi jika dilihat dari keawetan, akan lebih ekonomis.
3. Air Spring; merupakan isolator pasif paling mahal diantara lainnya. Air spring merupakan isolator pasif paling efektif dan paling lembut. Tekanan udara diatur sedemikian rupa dengan mudah, dapat dengan cepat mengatur ketinggian, kemampuan pembebanan, dan kekakuan yang sesuai dengan kebutuhan instalasi. Air spring juga dapat diberi kontrol otomatis yang dapat mengatur sendiri jika pembebanan berubah.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Umum

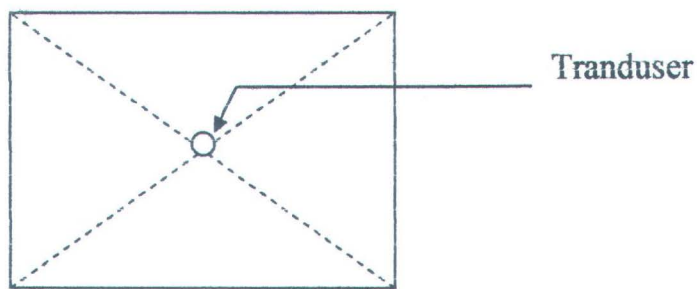
Tempat dari penelitian ini adalah pada empat kapal ferry penyeberangan Ketapang – Gilimanuk. Dengan didapatkan data sekunder berupa rencana umum kapal tersebut, maka dapat dilakukan pengukuran getaran tiap ruang penumpang. Dari lokasi tersebut juga akan didapatkan waktu lamanya perjalanan, dan penyebaran kuesioner dilakukan pada saat kapal berlayar.

3.2. Metode Pengukuran Getaran

3.2.1. Titik Pengukuran

Beberapa metode dapat digunakan untuk menentukan titik pengukuran. Pada penelitian ini menggunakan metode dari ABS (American Bureau of Shipping) untuk titik – titik pengukuran. Adapun ketentuan – ketentuan dari ABS tersebut adalah :

1. Transduser diletakkan pada permukaan lantai yang mengindikasikan getaran antara posisi penumpang dengan sumber getar.
2. Untuk kabin dan ruangan kecil, transduser diletakkan pada titik tengah ruangan.



Gambar 3.1 Titik Ukur Alat Getaran

3. Untuk ruang yang lebih besar, diperlukan beberapa jumlah penempatan tranduser yang dapat mempresentasikan tingkat getaran ditempat tersebut.

Untuk lebih jelas dapat dilihat dari tabel 2.1 dibawah ini :

Ukuran ruang	Minimum jumlah titik pengukuran
Kurang dari 40 m ²	1
Kurang dari 80 m ²	2
Kurang dari 200 m ²	3
Lebih dari atau sama dengan 200 m ²	4

4. Dalam kasus dimana penumpang berdiri di kapal selama 20 menit atau lebih, tranduser harus diletakkan dekat pada *portside*, *centreline*, dan *starboardside*. Tranduser didistribusikan pada setiap *fore* dan *aft*.

3.2.2. Pengambilan data getaran

Pengukuran tingkat getaran ini dilakukan dengan menggunakan FFT Analyzer tipe PL20 merek Inmarsat. Alat ukur ini berupa modul yang

terdiri atas : transduser dan perangkat komputer. Getaran ditangkap oleh transduser dan diubah menjadi signal digital lewat perangkat komputer.

Data – data yang akan didapatkan pada pengukuran adalah :

1. Peak.

3.3. Menghitung waktu mengalami getaran.

Waktu mengalami getaran ini adalah waktu perjalanan dari Ketapang hingga ke Gilimanuk dan juga sebaliknya.

3.4. Analisa Getaran pada ruang penumpang.

3.4.1. Menghitung getaran pada lambung pada ruang penumpang.

- Menghitung gaya eksitasi

$$F_{eksitasi} = \frac{EHP}{(1-t)Va} \text{ N}$$

- Menghitung frekuensi eksitasi

$$\omega = \frac{2\pi RPM}{60} \text{ rad/s}$$

- Menghitung getaran pada lambung (ruang penumpang)

- Menghitung kekakuan pelat (lambung bawah)

$$k = \frac{E.A}{a} \text{ N/m}$$

- Menghitung kekakuan double bottom

$$k = \frac{E.A}{a} \text{ N/m}$$

- Menghitung kekakuan pelat (lambung samping)

$$k = 2 \frac{E.A}{a} \text{ N/m}$$

- Menghitung kekakuan pelat (sekat kamar mesin)

$$k = 2 \frac{E \cdot A}{a} \quad \text{N/m}$$

- Menghitung kekakuan girder memanjang

$$k = \text{Jumlah girder} \times \frac{E \cdot A}{a} \quad \text{N/m}$$

- Menghitung kekakuan total sistem

$$K = k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 \quad \text{N/m}$$

- Menghitung massa konstruksi

$$M_{\text{total}} = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 \quad \text{kg}$$

- Menghitung frekuensi natural sistem

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K}{M}} \quad \text{rad/s}$$

- Menghitung amplitudo.

$$A = \frac{F / K}{\sqrt{\left(1 - \frac{m\omega^2}{K}\right)^2 + \left(\frac{c\omega}{K}\right)^2}} \quad \text{m}$$

3.4.2. Menghitung frekuensi natural getaran lokal

Perhitungan pelat

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{t}{a^2} \quad (\text{rad/sec})$$

$$f_n = \omega_n / 2\pi \quad (\text{Hz})$$

dimana :

B = model pelat lantai seperti yang ada pada tabel B.6
pada lampiran.

t = tebal pelat
 a = lebar pelat lantai
 f_n = frekuensi natural

3.4.3. Menghitung level getaran pada lokal area.

$$V_t = V_g \times M$$

Dimana :

V_g = Level getaran pada lambung (ruang penumpang)

M = faktor skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1$$

Dimana :

δ_s = lokal defleksi pada area deck

$$\omega_n = 3.13 \sqrt{\frac{1}{\delta_s}}, \text{ sehingga } \delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 \text{ rad/s}$$

Z = faktor resonansi transmisibilitas untuk sistem satu massa

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}}$$

Dimana :

β = rasio antara frekuensi ekstitasi dengan frekuensi natural

C/Cr = rasio damping (0.005-0.01)

3.5. Mengetahui level kenyamanan.

Dalam membuat level kenyamanan ini dilakukan penyebaran kuesioner kepada penumpang. Adapun pertanyaan – pertanyaan yang ada pada kuesioner, ada pada lampiran.

3.6. Membuat interaksi atau hubungan antara lain :

1. Tingkat getaran hasil pengukuran dengan perhitungan tingkat getaran.
2. Nilai getaran hasil pengukuran dengan batasan – batasan nilai getaran dari peraturan – peraturan yang ada.
3. Nilai getaran hasil pengukuran dengan frekuensi natural manusia tiap subsistemnya.
4. Nilai getaran hasil pengukuran dengan level kenyamanan.



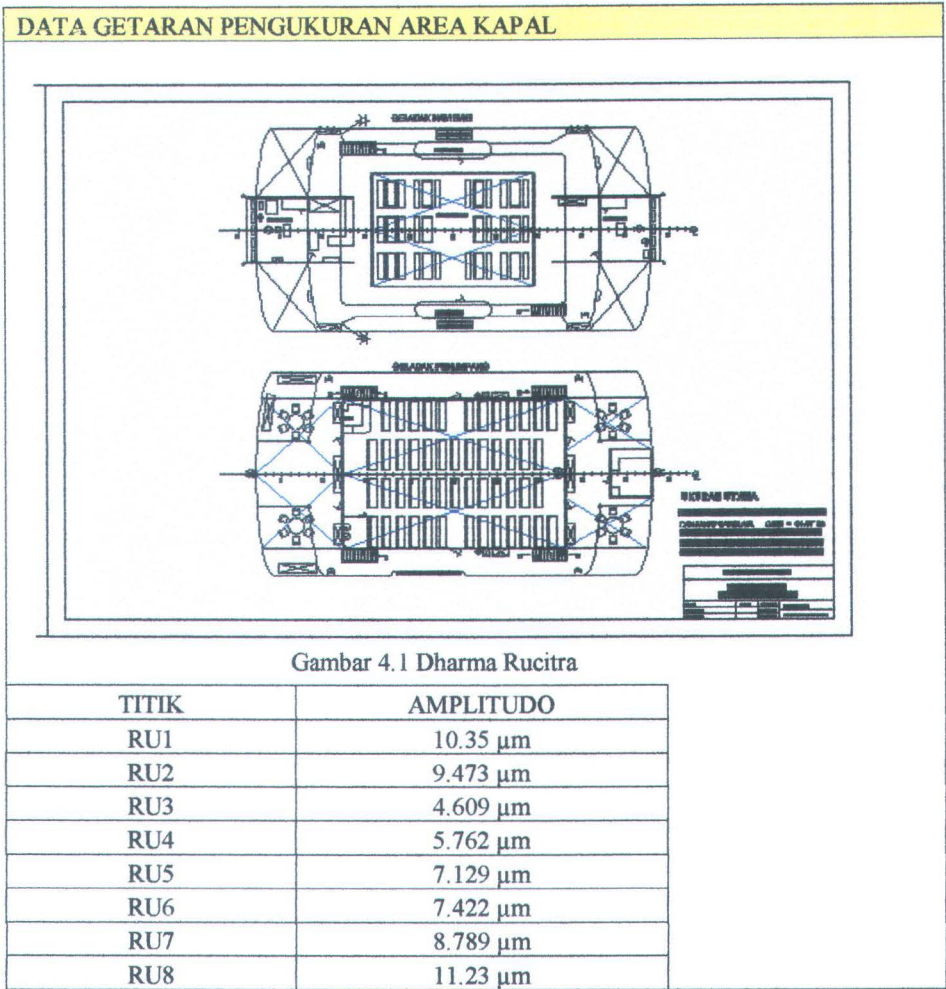
BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

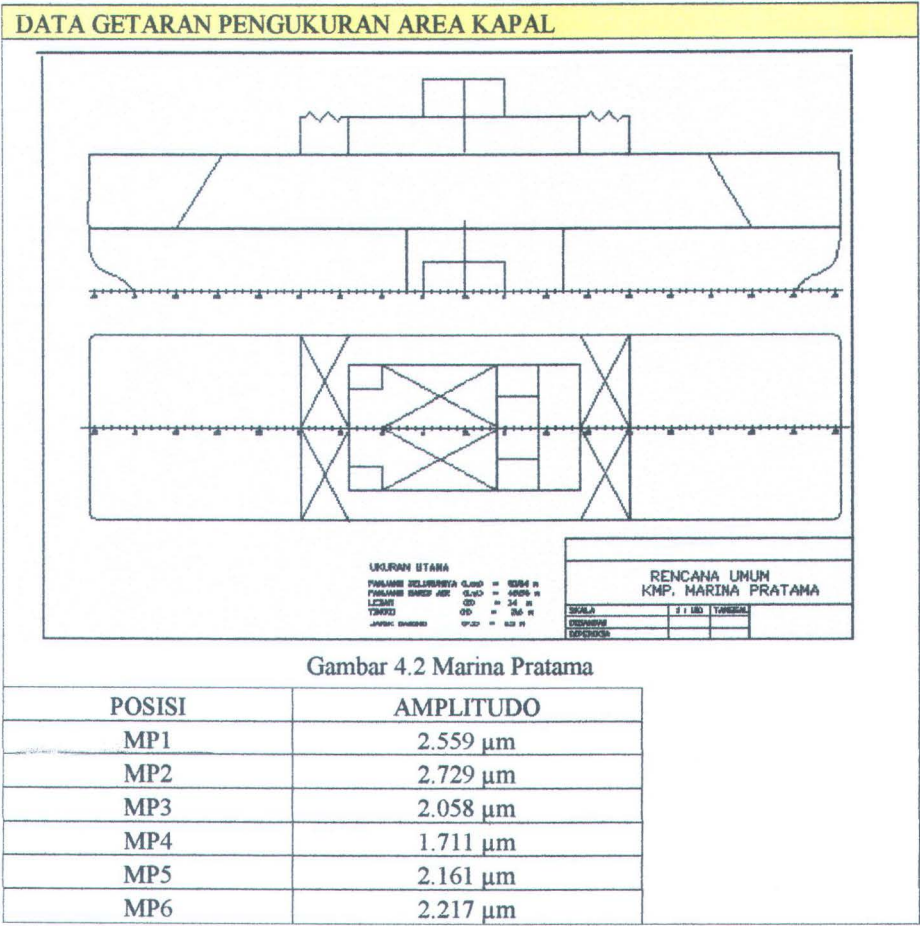
4.1 Getaran Hasil Pengukuran

Dari hasil pengukuran pada 4 kapal, didapatkan amplitudo tiap – tiap area.
yaitu:

4.1.1 Kapal Dharma Rucitra

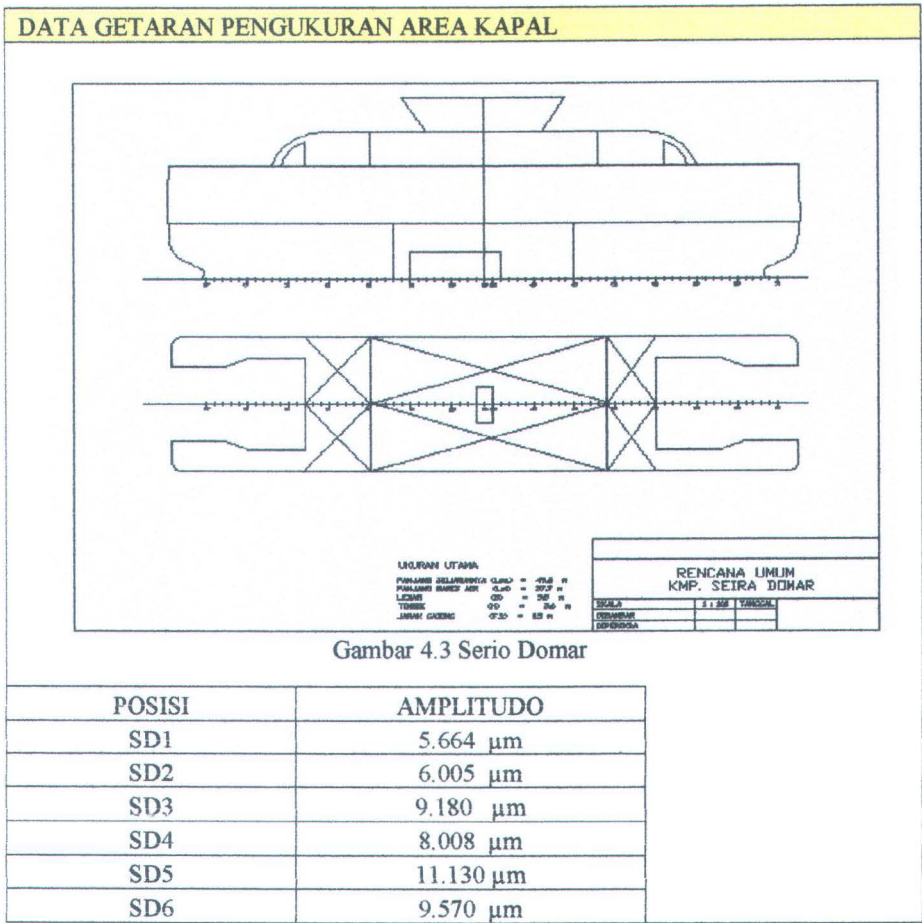


4.1.2 Kapal Marina Pratama



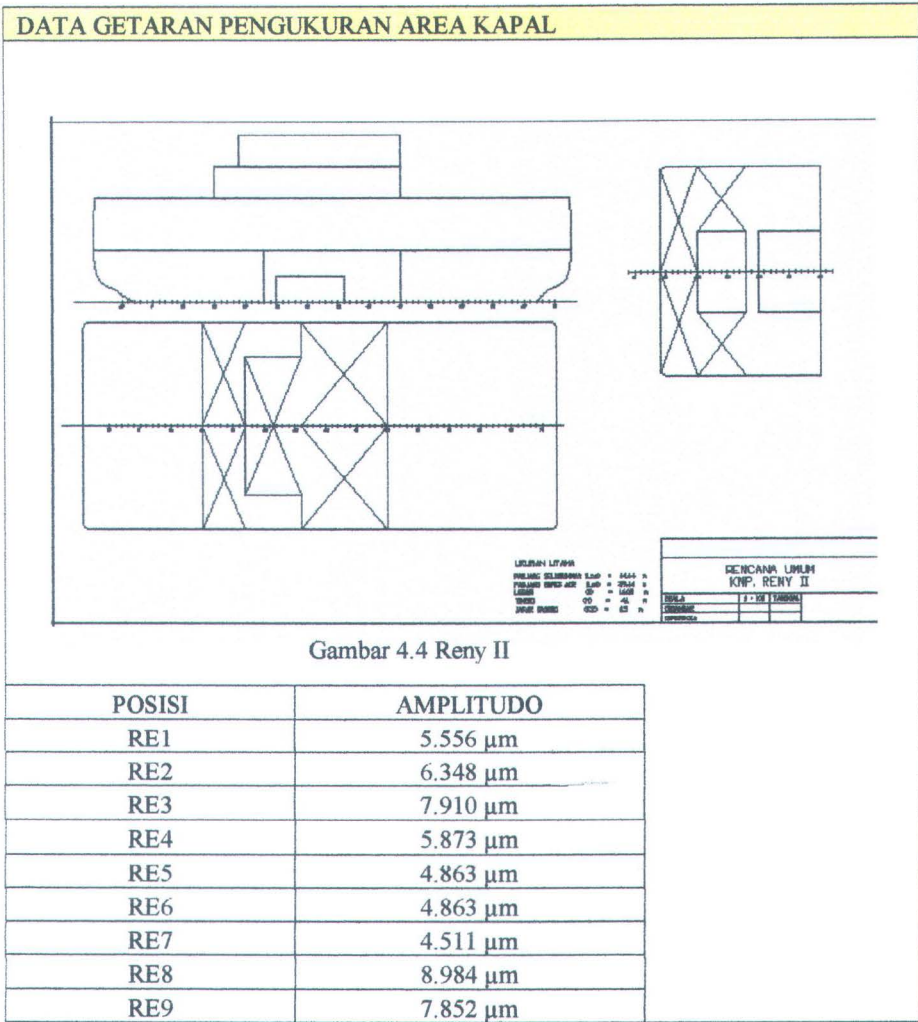
Gambar 4.2 Marina Pratama

4.1.3 Kapal Serio Domar



Gambar 4.3 Serio Domar

4.1.4 Kapal Reny II



4.2 Menghitung waktu perjalanan.

Waktu perjalanan penyeberangan ini sesuai jadwal yang telah ditentukan oleh pihak pelabuhan. Dengan satu kali trip/perjalanan dari Ketapang ke Gilimanuk dan sebaliknya : ± 45 menit. Diambil 45 menit.

4.3 Perhitungan Getaran pada ruang penumpang.

Untuk KMP DHARMA RUCITRA

Daya Mesin = 900 HP
Kecepatan service kapal = 6 knot = 3.0864 m/s
rpm mesin = 200 rpm

Menghitung gaya eksitasi

$$F_{\text{eksitasi}} = \frac{EHP}{(1 - t)Va}$$

$$F = 19211 \text{ N}$$

Menghitung frekuensi eksitasi

$$f_{\text{eksitasi}} = \frac{2 \pi \text{rpm}}{60} = 83.733 \text{ rad/s}$$

Menghitung getaran pada lambung (ruang akomodasi)

Data untuk plat pada gading nomor -23 sampai 23

G = gaya grafitasi = 9.8 m/s^2

γ = berat jenis = 77500 kg/m^3

h = tebal pelat = 0.008 m

a = panjang pelat = 23 m

b = lebar pelat = 12.4 m

H = Tinggi sampai ruang akomodasi = 7.46 m

H2 = Tinggi sampai deck = 3.4 m

E = Modulus Elastisitas = $4.8 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$

Menghitung kekakuan pelat(lambung bawah kapal) M = 176824 Kg

$$k = \frac{E \cdot A}{a} = \frac{48000000000 \times 0.0992}{23} = 207026087 \text{ N/m}$$

Menghitung kekakuan double bottom M = 176824 Kg

$$k = \frac{E \cdot A}{a} = \frac{48000000000 \times 0.0992}{23} = 207026087 \text{ N/m}$$

Menghitung kekakuan pelat(lambung samping) M = 212759 Kg

$$k = 2 \frac{E \cdot A}{a} = \frac{48000000000 \times 0.11936}{23} = 249099130.4 \text{ N/m}$$

Menghitung kekakuan pelat(sekat kamar mesin) M = 52278 Kg

$$k = 2 \frac{E \cdot A}{a} = \frac{48000000000 \times 0.0544}{12.4} = 210580645.2 \text{ N/m}$$

Menghitung kekakuan girder memanjang M = 6937.8 Kg

$$k = \frac{E \cdot A}{a} = \frac{48000000000 \times 0.0024}{7.46} = 15442359.25 \text{ N/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah girder} &= 5 \\ K \text{ girder} &= 77211796.25 \text{ N/m} \end{aligned}$$

Jadi kekakuan total sistem adalah penjumlahan antara kekakuan pelat dan kekakuan girder, maka :

$$K = 207026087 + 207026087 + 2.5E+08 + 2E+08 + 77211796.2$$

$$K = 950943746 \text{ N/m}$$

Perhitungan massa konstruksi

$$M \text{ total} = 625623.4 \text{ Kg}$$

Perhitungan frekuensi natural sistem

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K}{M}} = 38.98709903 \text{ rad/s}$$

Menghitung amplitudo

Redaman untuk sistem

$$C = 2m\omega_n$$

$$C = 48782482.9$$

$$F = 19211$$

$$A = \frac{F / K}{\sqrt{\left(1 - \frac{m \omega^2}{K}\right)^2 + \left(\frac{c \omega}{K}\right)^2}}$$

$$A = \frac{2.0202E-05 \text{ m}}{5.6126969}$$

$$\begin{aligned} A &= 3.5993E-06 \text{ m} \\ &= 0.00359935 \text{ mm} \end{aligned}$$

Menghitung getaran lokal area :

Dimensi utama ruang akomodasi

$$P = 13 \text{ L} = 12.4 \text{ T} = 2.4$$

AREA RU1

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \text{ a} = 4 \text{ b} = 4.5 \text{ B} = 22.5$$

$$b/a \text{ aktual} = 1.125$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.65$$

$$B \text{ akhir} = 18.9$$

$$\text{Harga B} = 22.4625$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{t}{a^2} = 17.4084 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.032327274 \text{ inci} = 0.82111 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_{n \text{ lokal}}} = 4.809928136$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.0452$$

Faktor Skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.0265$$

Level getaran lokal

$$V_t = M \cdot V_g$$

$$V_t = 1.02653282 \times 0.0036$$

$$V_t = 0.00369485 \text{ mm}$$

AREA RU2

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \text{ a} = 4 \text{ b} = 4.5 \text{ B} = 22.5$$

$$b/a \text{ aktual} = 1.125$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.65$$

$$B \text{ akhir} = 18.9$$

$$\text{Harga B} = 22.4625$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{t}{a^2} = 17.4084 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.032327274 \text{ inci} = 0.82111 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_{n \text{ lokal}}} = 4.809928136$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}}$$

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.0452$$

Faktor Skala

$$M = \delta s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.0265$$

Level getaran lokal

$$Vt = M \cdot Vg$$

$$Vt = 1.02653282 \times 0.0036$$

$$Vt = 0.00369485 \text{ mm}$$

AREA RU3

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \text{ a} = 4.53 \text{ b} = 13 \text{ B} = 21.6$$

$$b/a \text{ aktual} = 2.86975717$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.77$$

$$B \text{ akhir} = 23.19$$

$$\text{Harga B} = 21.6010817$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{t}{a^2} = 13.0527 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.057502551 \text{ inci} = 1.46056 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{fn_{lokal}} = 6.415013876$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.0249$$

Faktor Skala

$$M = \delta s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.026$$

Level getaran lokal

$$Vt = M \cdot Vg$$

$$Vt = 1.02602103 \times 0.0036$$

$$Vt = 0.003693 \text{ mm}$$

AREA RU4

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$\begin{aligned} t &= 0.008 \quad a = 4.53 \quad b = 13 \quad B = 21.6 \\ b/a \text{ aktual} &= 2.86975717 \\ b/a \text{ awal} &= 1 \\ b/a \text{ akhir} &= 1.5 \\ B \text{ awal} &= 23.77 \\ B \text{ akhir} &= 23.19 \\ \text{Harga } B &= 21.6010817 \end{aligned}$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^{-3} \times B \times \frac{t}{a^2} = 13.0527 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.057502551 \text{ inci} = 1.46056 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{\text{eksitasi}}}{f_{n \text{ lokal}}} = 6.415013876$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.0249$$

Faktor Skala

$$M = \delta s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.026$$

Level getaran lokal

$$V_t = M \cdot V_g$$

$$V_t = 1.02602103 \times 0.0036$$

$$V_t = 0.003693 \text{ mm}$$

AREA RU5

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$\begin{aligned} t &= 0.008 \quad a = 4 \quad b = 4.5 \quad B = 22.5 \\ b/a \text{ aktual} &= 1.125 \\ b/a \text{ awal} &= 1 \\ b/a \text{ akhir} &= 1.5 \end{aligned}$$

B awal = 23.65
 B akhir = 18.9
 Harga B = 22.4625

$$\omega_n = 1.55 \times 10^{-3} \times B \times \frac{t}{a^2} = 17.4084 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.032327274 \text{ inci} = 0.82111 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_{n \text{ lokal}}} = 4.809928136$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.0452$$

Faktor Skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.0265$$

Level getaran lokal

$$V_t = M \cdot V_g$$

$$V_t = 1.02653282 \times 0.0036$$

$$V_t = 0.00369485 \text{ mm}$$

AREA RU6

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \text{ a} = 4 \text{ b} = 4.5 \text{ B} = 22.5$$

$$b/a \text{ aktual} = 1.125$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.65$$

$$B \text{ akhir} = 18.9$$

$$\text{Harga B} = 22.4625$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^{-3} \times B \times \frac{t}{a^2} = 17.4084 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.032327274 \text{ inci} = 0.82111 \text{ mm}$$

- # Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_{n \text{ lokal}}} = 4.809928136$$

- # Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.0452$$

- # Faktor Skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.0265$$

- # Level getaran lokal

$$V_t = M \cdot V_g$$

$$V_t = 1.02653282 \times 0.0036$$

$$V_t = 0.00369485 \text{ mm}$$

Untuk RU7 dan RU8, karena berada satu deck atas, maka ada faktor transmisibilitas.

- # Menghitung kekakuan pelat(lambung samping) $M = 69192 \text{ Kg}$

$$k = 2 \frac{E \cdot A}{a} = \frac{48000000000 \times 0.0352}{9} = 187733333.3 \text{ N/m}$$

- # Menghitung frekuensi natural sistem

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K}{M}} = 52.08860824 \text{ rad/s}$$

- # Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.003610798 \text{ inci} = 0.09171 \text{ mm}$$

- # Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_{n \text{ lokal}}} = 1.607517193$$

- # Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.628$$

- # Faktor Skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.0412$$

- # Level getaran pada deck kedua

$$V_t = M \cdot V_g$$

$$Vt = 1.04120948 \times 0.0036$$

$$Vt = 0.00374767 \text{ mm}$$

AREA RU7

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \quad a = 3.43 \quad b = 9.35 \quad B = 21.8$$

$$b/a \text{ aktual} = 2.72594752$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.77$$

$$B \text{ akhir} = 23.19$$

$$\text{Harga } B = 21.7679009$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{t}{a^2} = 22.943 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.018611813 \text{ inci} = 0.47274 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{ekstasi}}{f_{n \text{ lokal}}} = 3.649626187$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.0811$$

Faktor Skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.0274$$

Level getaran lokal

$$Vt = M \cdot Vg$$

$$Vt = 1.027441 \times 0.0037$$

$$Vt = 0.00385051 \text{ mm}$$

AREA RU8

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \quad a = 3.43 \quad b = 9.35 \quad B = 21.8$$

$$b/a \text{ aktual} = 2.72594752$$

b/a awal = 1
 b/a akhir = 1.5
 B awal = 23.77
 B akhir = 23.19
 Harga B = 21.7679009

$$\omega_n = 1.55 \times 10^{-3} \times B \times \frac{t}{a^2} = 22.943 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.018611813 \text{ inci} = 0.47274 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_{n \text{ lokal}}} = 3.649626187$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.0811$$

Faktor Skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.0274$$

Level getaran lokal

Vt = M.Vg

$$Vt = 1.027441 \times 0.0037$$

$$Vt = 0.00385051 \text{ mm}$$

Dari perhitungan tersebut, maka hasil rekapitulasi sebagai berikut :

KMP. DHARMA RUCITRA

Amplitudo Global Penumpang	0.003599346 mm
Titik	Amplitudo lokal area
RU1	3.694846455 mikrometer
RU2	3.694846455 mikrometer
RU3	3.693004354 mikrometer
RU4	3.693004354 mikrometer
RU5	3.694846455 mikrometer
RU6	3.694846455 mikrometer
RU7	3.850512716 mikrometer
RU8	3.850512716 mikrometer

KMP. MARINA PRATAMA

Amplitudo Global Penumpang	0.001775963 mm
Titik	Amplitudo lokal area
MP1	1.822572574 mikrometer
MP2	1.822572574 mikrometer
MP3	1.823167643 mikrometer
MP4	1.823167643 mikrometer
MP5	1.822572574 mikrometer
MP6	1.822572574 mikrometer

KMP. SERIO DOMAR

Amplitudo Global Penumpang	0.003067538 mm
Titik	Amplitudo lokal area
SD1	3.149112063 mikrometer
SD2	3.149112063 mikrometer
SD3	3.147158221 mikrometer
SD4	3.147158221 mikrometer
SD5	3.153874429 mikrometer
SD6	3.153874429 mikrometer

KMP. RENY II

Amplitudo Global Penumpang	0.00487918 mm
Titik	Amplitudo lokal area
RE1	5.005049692 mikrometer
RE2	5.005049692 mikrometer
RE3	5.005815494 mikrometer
RE4	5.003592324 mikrometer
RE5	5.00353587 mikrometer
RE6	5.165818509 mikrometer
RE7	5.165818509 mikrometer
RE8	5.155832181 mikrometer
RE9	5.155832181 mikrometer

4.4 Level kenyamanan

Dari kuesioner yang didapat dijadikan level kenyamanan. Dalam kuesioner terdapat lima pertanyaan, yang masing – masing memiliki bobot nilai yang berbeda, yaitu :

Soal no-1 a =2 b =5 c =7 d =10

Soal no-2 a =2 b =10

Soal no-3 a =10 b =7 c =3 d =1

Soal no-4 a =1 b =5 c =10

Soal no-5 a =2 b =5 c =7 d =10

Dengan penilaian :

1- 10 = Level kenyamanan rendah

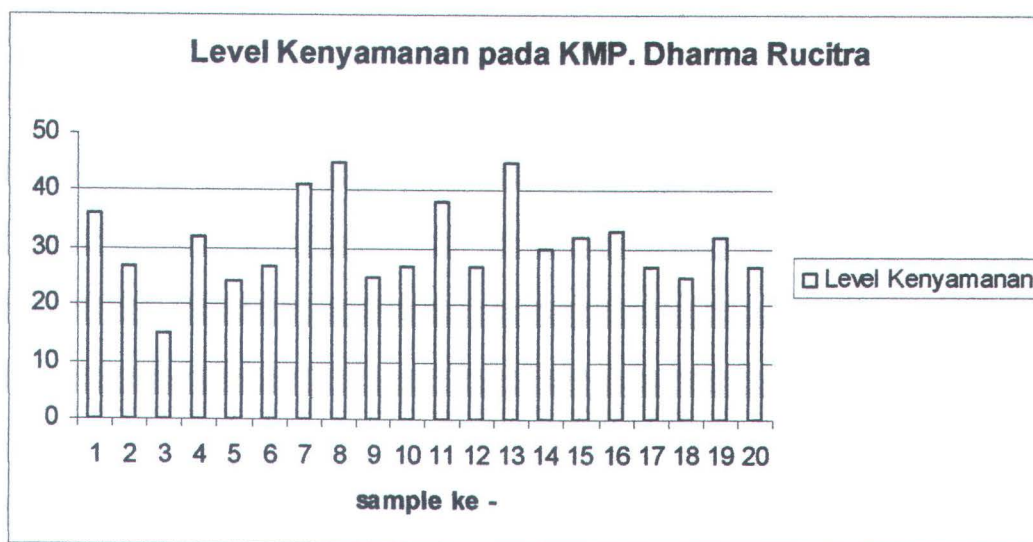
11- 20 = Level kenyamanan cukup rendah

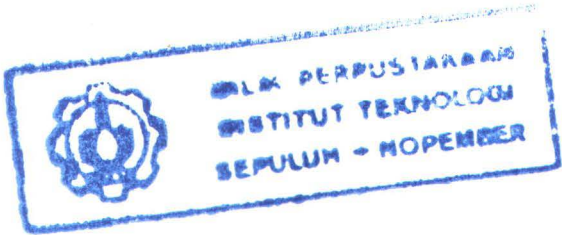
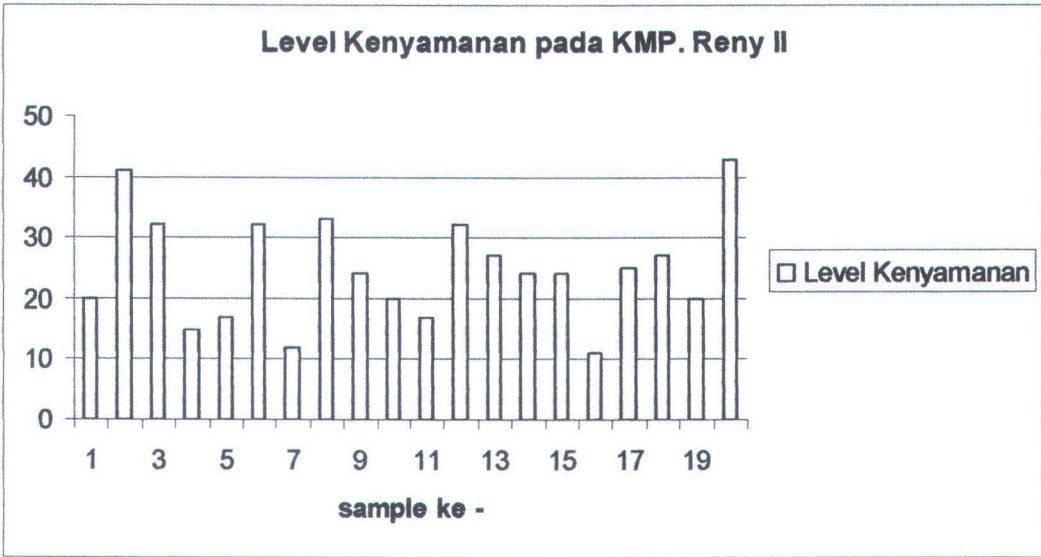
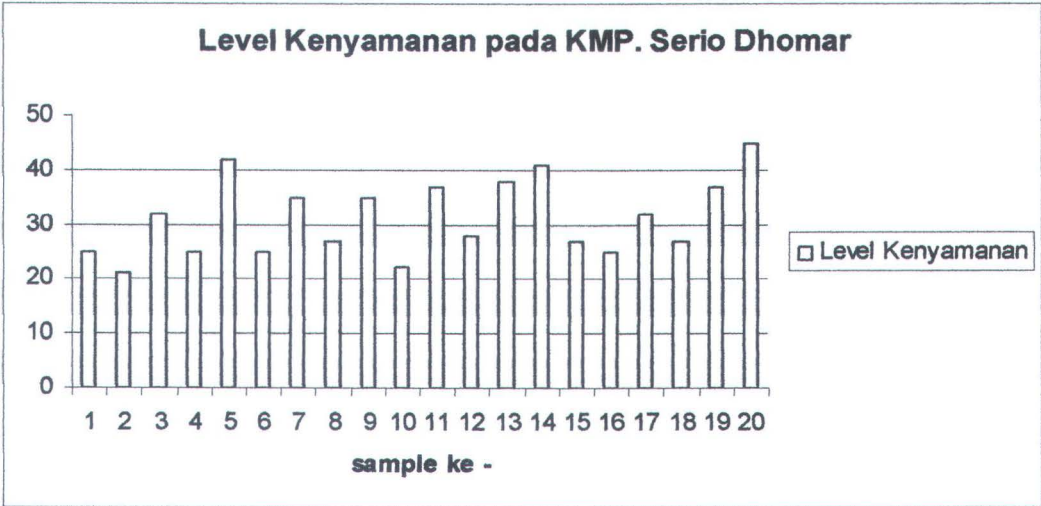
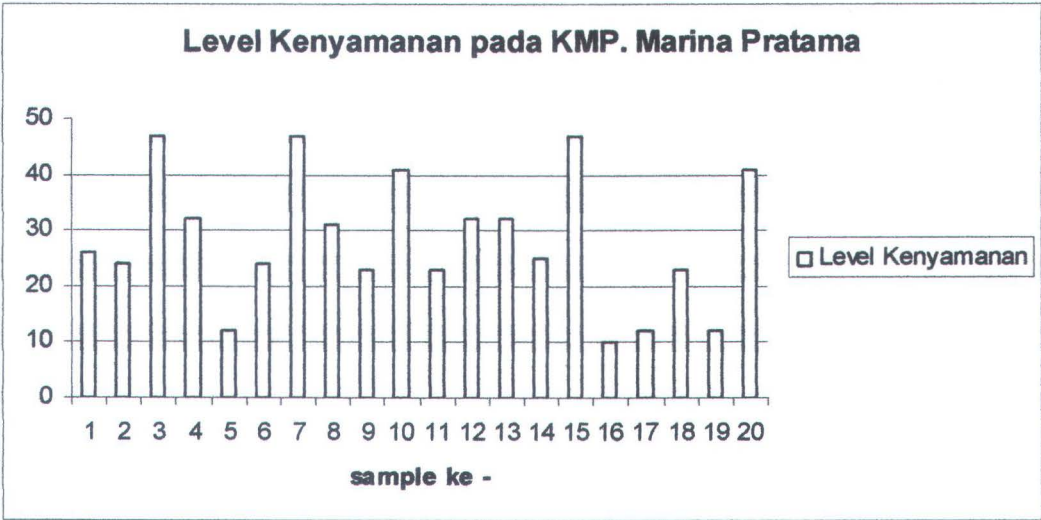
21- 30 = Level kenyamanan normal

31- 40 = Level kenyamanan cukup tinggi

41 -50 = Level kenyamanan tinggi

Berikut ini hasil level kenyamanan tiap – tiap kapal :



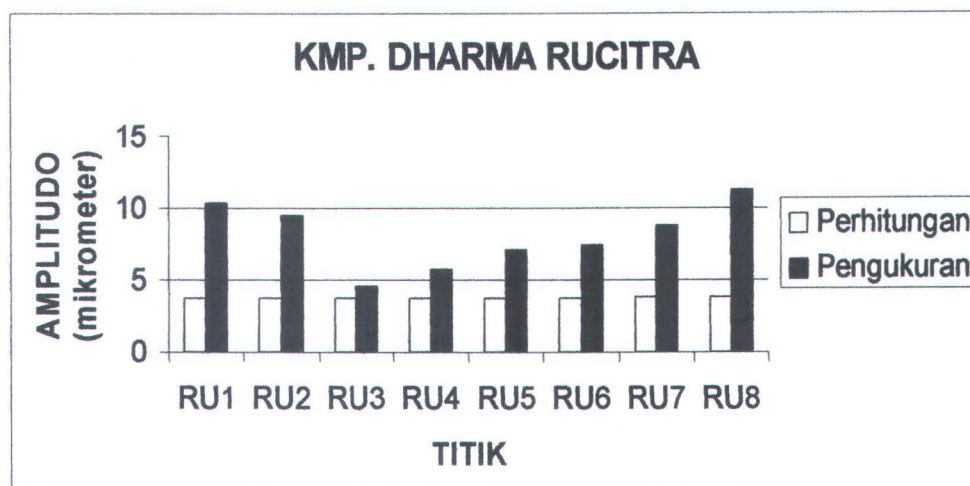


4.5 Analisa getaran pada ruang penumpang

Setelah didapatkan nilai amplitudo, maka dilakukan analisa yang dibagi empat kategori sebagai berikut ini :

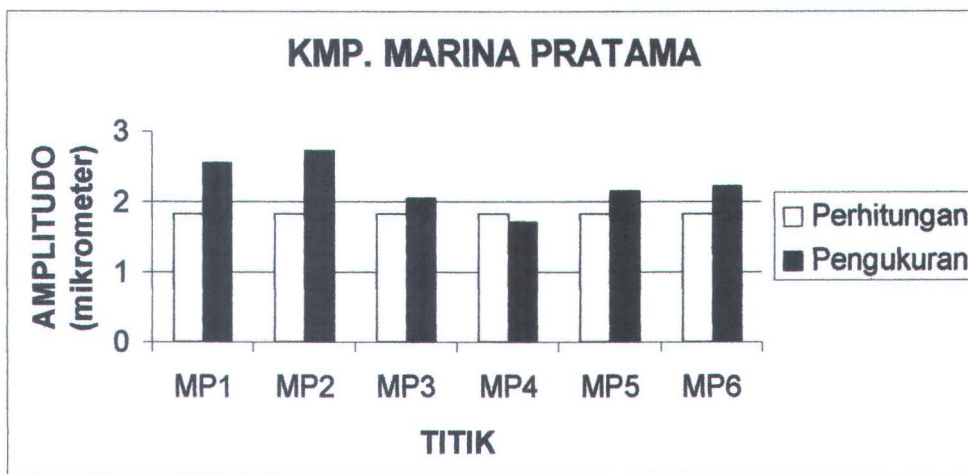
1. Tingkat getaran hasil pengukuran dengan perhitungan tingkat getaran.

Jika dibandingkan dari hasil perhitungan dengan hasil pengukuran, yang seperti dilihat pada grafik dibawah ini :

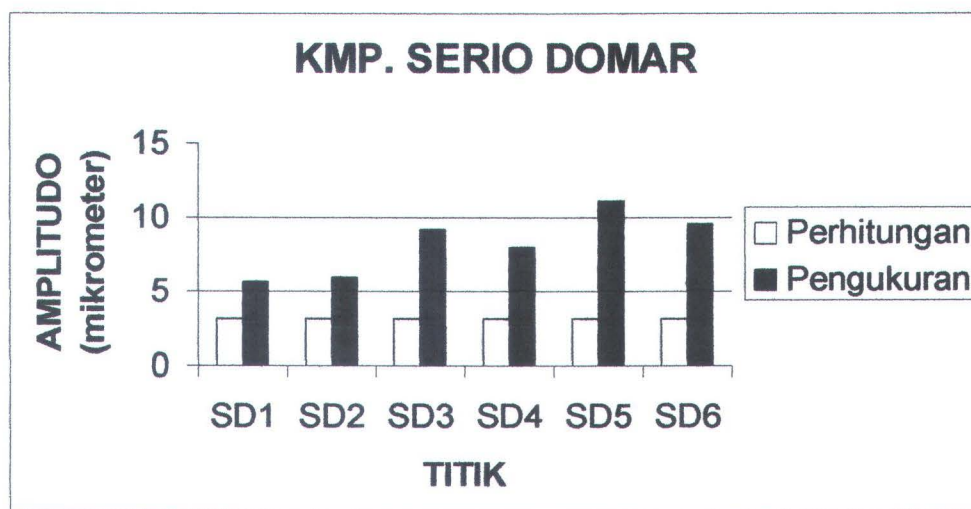


Pada KMP. Dharma rucitra terlihat, bahwa terdapat perbedaan antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan. Dan getaran yang terbesar terletak pada titik 8. Pada titik 1,2,5 dan 6 lebih besar dari titik 2 dan 3. hal ini dikarenakan model pelat pada titik 1,2,5 dan 6 berbeda dengan titik 2 dan 3, dan titik 1,2,5 dan 6 terletak diluar ruangan. Pada titik 7 dan 8 terdapat getaran yang lebih besar dari titik lainnya, hal ini dikarenakan titik 7 dan 8 berada di satu lantai diatas titik lainnya. Sehingga terdapat perambatan getaran, dimana semakin tinggi atau banyak deck, maka getaran yang

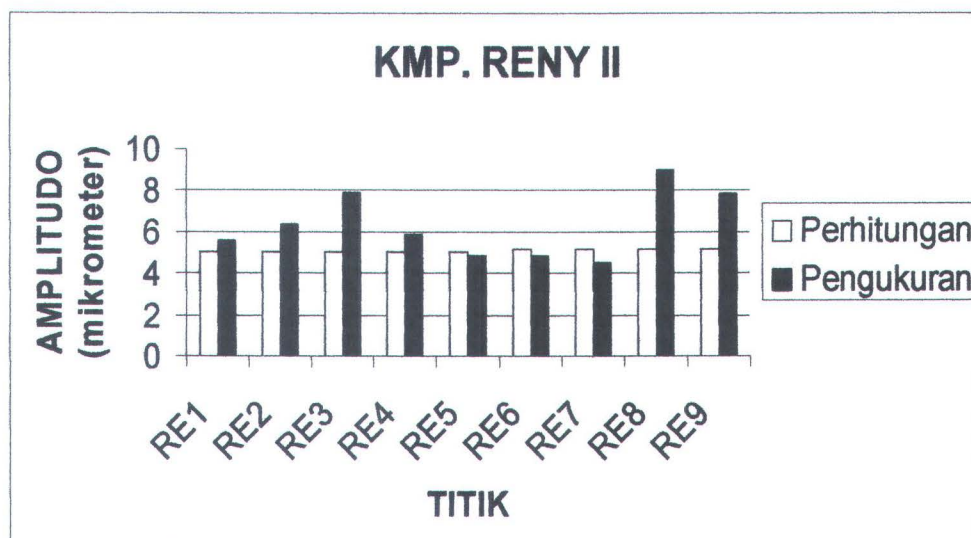
merambat juga relatif semakin besar. Diantara kapal lainnya KMP. Dharma rucitra memiliki tingkat getaran terbesar yaitu 11,23 mikrometer yang berada di titik 8.



Pada KMP. Marina Pratama juga terdapat perbedaan antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan. Getaran terbesar terletak pada titik 2. Pada titik 1,2,5 dan 6 lebih besar dari titik 2 dan 3. hal ini dikarenakan model pelat pada titik 1,2,5 dan 6 berbeda dengan titik 2 dan 3, dan titik 1,2,5 dan 6 terletak diluar ruangan. Pada titik 4 hasil perhitungan lebih besar dari hasil pengukuran, hal ini bisa dikarenakan kesalahan dalam pengukuran ataupun faktor lingkungan luar lainnya.



Pada KMP. Serio Domar juga terdapat perbedaan antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan. Getaran terbesar terletak pada titik 5, yang dimana titik tersebut berada diluar ruangan.



Pada KMP. Reny II juga terdapat perbedaan antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan. Getaran terbesar terletak pada titik 8. hal ini dikarenakan titik 8 berada di satu lantai diatas titik lainnya. Sehingga terdapat perambatan getaran, dimana semakin tinggi atau banyak deck, maka getaran

yang merambat juga relatif semakin besar. Beberapa titik seperti titik 5,6,7 hasil pengukuran lebih kecil dari hasil perhitungan hal ini bisa dikarenakan kesalahan dalam pengukuran ataupun faktor lingkungan luar lainnya.

Pembahasan I :

Dari keempat kapal tersebut, jika diambil tren grafiknya, maka hasil pengukuran lebih besar dari hasil perhitungan, hal ini dikarenakan beberapa hal ini :

- 1) Usia Kapal yang semakin tua sehingga selama pengoperasiannya, semakin lama, level getaran semakin meningkat.*
- 2) Tidak memperhitungkan gaya eksitasi akibat gelombang dan propeller.*
- 3) Beberapa parameter – parameter yang berupa asumsi.*

2. Nilai getaran hasil pengukuran dengan batasan – batasan nilai getaran
dari peraturan – peraturan yang ada.

Nama Kapal	Area	ω_n	A (amplitudo)	V (Velocity)	a (Acceleration)	Memenuhi peraturan Kep. 51/Men/1999
			μm	mm/s	mm/s^2	mm/s^2
Dharma Rucitra	RU1	17.41	10.35	0.180	3.137	Ya
	RU2	17.41	9.473	0.165	2.871	Ya
	RU3	13.05	4.609	0.060	0.785	Ya
	RU4	13.05	5.762	0.075	0.981	Ya
	RU5	17.41	7.129	0.124	2.161	Ya
	RU6	17.41	7.422	0.129	2.250	Ya
	RU7	22.94	8.789	0.202	4.625	Ya
	RU8	22.94	11.23	0.258	5.910	Ya
Marina Pratama	MP1	15.13	2.559	0.039	0.586	Ya
	MP2	15.13	2.729	0.041	0.625	Ya
	MP3	17.75	2.058	0.037	0.648	Ya
	MP4	17.75	1.711	0.030	0.539	Ya
	MP5	15.13	2.161	0.033	0.495	Ya
	MP6	15.13	2.217	0.034	0.508	Ya
Serio Domar	SD1	16.95	5.664	0.096	1.627	Ya
	SD2	16.95	6.005	0.102	1.725	Ya
	SD3	11.76	9.18	0.108	1.270	Ya
	SD4	11.76	8.008	0.094	1.107	Ya
	SD5	24.95	11.13	0.278	6.928	Ya
	SD6	24.95	9.57	0.239	5.957	Ya
Reny II	RE1	11.57	5.556	0.064	0.744	Ya
	RE2	11.57	6.348	0.073	0.850	Ya
	RE3	13.59	7.91	0.107	1.461	Ya
	RE4	5.97	5.873	0.035	0.209	Ya
	RE5	5.64	4.863	0.027	0.155	Ya
	RE6	30.08	4.863	0.146	4.400	Ya
	RE7	30.08	4.511	0.136	4.082	Ya
	RE8	18.19	8.984	0.163	2.973	Ya
	RE9	18.19	7.852	0.143	2.598	Ya
Nama	Area		A	V	a	Level

Kapal		ω_n	(amplitudo)	(Velocity)	(Acceleration)	ISO2631-1 (1997)
			μm	mm / s	mm / s^2	mm / s
Dharma Rucitra	RU1	17.41	10.35	0.180	3.137	Not uncomfortable
	RU2	17.41	9.473	0.165	2.871	Not uncomfortable
	RU3	13.05	4.609	0.060	0.785	Not uncomfortable
	RU4	13.05	5.762	0.075	0.981	Not uncomfortable
	RU5	17.41	7.129	0.124	2.161	Not uncomfortable
	RU6	17.41	7.422	0.129	2.250	Not uncomfortable
	RU7	22.94	8.789	0.202	4.625	Not uncomfortable
	RU8	22.94	11.23	0.258	5.910	Not uncomfortable
Marina Pratama	MP1	15.13	2.559	0.039	0.586	Not uncomfortable
	MP2	15.13	2.729	0.041	0.625	Not uncomfortable
	MP3	17.75	2.058	0.037	0.648	Not uncomfortable
	MP4	17.75	1.711	0.030	0.539	Not uncomfortable
	MP5	15.13	2.161	0.033	0.495	Not uncomfortable
	MP6	15.13	2.217	0.034	0.508	Not uncomfortable
Serio Domar	SD1	16.95	5.664	0.096	1.627	Not uncomfortable
	SD2	16.95	6.005	0.102	1.725	Not uncomfortable
	SD3	11.76	9.18	0.108	1.270	Not uncomfortable
	SD4	11.76	8.008	0.094	1.107	Not uncomfortable
	SD5	24.95	11.13	0.278	6.928	Not uncomfortable
	SD6	24.95	9.57	0.239	5.957	Not uncomfortable
Reny II	RE1	11.57	5.556	0.064	0.744	Not uncomfortable
	RE2	11.57	6.348	0.073	0.850	Not uncomfortable
	RE3	13.59	7.91	0.107	1.461	Not uncomfortable
	RE4	5.97	5.873	0.035	0.209	Not uncomfortable
	RE5	5.64	4.863	0.027	0.155	Not uncomfortable
	RE6	30.08	4.863	0.146	4.400	Not uncomfortable
	RE7	30.08	4.511	0.136	4.082	Not uncomfortable
	RE8	18.19	8.984	0.163	2.973	Not uncomfortable
	RE9	18.19	7.852	0.143	2.598	Not uncomfortable

Nama Kapal	Area	ω_n	A (amplitudo)	V (Velocity)	a (Acceleration)	Memenuhi peraturan Lloyd's Register's
			μm	mm/s	mm/s^2	mm/s
Dharma Rucitra	RU1	17.41	10.35	0.180	3.137	Ya
	RU2	17.41	9.473	0.165	2.871	Ya
	RU3	13.05	4.609	0.060	0.785	Ya
	RU4	13.05	5.762	0.075	0.981	Ya
	RU5	17.41	7.129	0.124	2.161	Ya
	RU6	17.41	7.422	0.129	2.250	Ya
	RU7	22.94	8.789	0.202	4.625	Ya
	RU8	22.94	11.23	0.258	5.910	Ya
Marina Pratama	MP1	15.13	2.559	0.039	0.586	Ya
	MP2	15.13	2.729	0.041	0.625	Ya
	MP3	17.75	2.058	0.037	0.648	Ya
	MP4	17.75	1.711	0.030	0.539	Ya
	MP5	15.13	2.161	0.033	0.495	Ya
	MP6	15.13	2.217	0.034	0.508	Ya
Serio Domar	SD1	16.95	5.664	0.096	1.627	Ya
	SD2	16.95	6.005	0.102	1.725	Ya
	SD3	11.76	9.18	0.108	1.270	Ya
	SD4	11.76	8.008	0.094	1.107	Ya
	SD5	24.95	11.13	0.278	6.928	Ya
	SD6	24.95	9.57	0.239	5.957	Ya
Reny II	RE1	11.57	5.556	0.064	0.744	Ya
	RE2	11.57	6.348	0.073	0.850	Ya
	RE3	13.59	7.91	0.107	1.461	Ya
	RE4	5.97	5.873	0.035	0.209	Ya
	RE5	5.64	4.863	0.027	0.155	Ya
	RE6	30.08	4.863	0.146	4.400	Ya
	RE7	30.08	4.511	0.136	4.082	Ya
	RE8	18.19	8.984	0.163	2.973	Ya
	RE9	18.19	7.852	0.143	2.598	Ya

Dari 3 tabel diatas, yang menunjukkan 3 peraturan, yaitu Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep. 51/Men/1999 Tanggal 16 April 1999; ISO2631-1 (1997); dan Lloyd's Register's. Keempat kapal tersebut masih memenuhi peraturan – peraturan tersebut.

Pembahasan 2:

Keempat kapal tersebut masih memenuhi peraturan – peraturan Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep. 51/Men/1999 Tanggal 16 April 1999; ISO2631-1 (1997); dan Lloyd's Register's.

3. Nilai getaran hasil pengukuran dengan frekuensi natural manusia tiap subsistemnya.

Nama Kapal	$f_{eksitasi}$ (Hz)	Pengaruh subsistem manusia
Dharma Rucitra	13.333	kaki, perut, lengan, tulang belakang, bahu, dada
Marina Pratama	13.333	kaki, perut, lengan, tulang belakang, bahu, dada
Serio Domar	12.667	kaki, perut, lengan, tulang belakang, bahu, dada
Reny II	14.667	kaki, perut, lengan, tulang belakang, bahu, dada

Dari frekuensi eksitasi yang ada, dan gambar frekuensi natural manusia, dapat dipastikan bahwa getaran pada keempat kapal tersebut

mempengaruhi tubuh manusia. Meskipun frekuensi yang dihasilkan masih tidak mengganggu subsistem yang penting seperti kepala dan bola mata.

Dari frekuensi eksitasi tersebut beberapa tubuh manusia seperti kaki, perut, lengan, tulang belakang, bahu, dada ikut bergetar tetapi tidak merusak karena waktu manusia naik kapal penyeberangan Ketapang Gilimanuk hanyalah 45 menit. Dan hal ini didukung oleh hasil kuesioner dimana dari semua kapal, yang merasa sakit perut atau beberapa bagian diatas merasa sakit hanyalah sekitar 5%.

Pembahasan 3 :

Getaran pada kapal penyeberangan Ketapang - Gilimanuk memang mempengaruhi tubuh manusia, karena frekuensi eksitasi yang dihasilkan kapal melebihi frekuensi eksitasi subsistem manusia, sehingga terjadi resonansi perambatan getaran. Tetapi hal ini tidak mengganggu kesehatan, karena perjalanan penyeberangan hanyalah 45 menit.

4. Nilai getaran hasil pengukuran dengan level kenyamanan.

Seperti pada grafik batang pada bab 4.4 menunjukkan bahwa KMP. Serio domar memiliki level kenyamanan tertinggi, diikuti Dharma Rucitra, lalu Marina Pratama, dan terakhir Reny II. Padahal dilihat dari hasil pengukuran pada bab 4.1. Dilihat secara global, urutan tingkat getaran dari tertinggi ke terendah yaitu Serio domar, Dharma Rucitra, Reny II, lalu Marina Pratama. Perbedaan ini bisa dipengaruhi beberapa faktor, karena masalah kenyamanan tidak hanya dipengaruhi oleh getaran saja, tetapi juga faktor

lainnya, salah satunya adalah rutinitas penumpang dalam menyeberang Ketapang – Gilimanuk.

Pembahasan 4 :

Masalah kenyamanan tidak hanya dipengaruhi oleh getaran saja, tetapi juga beberapa faktor, salah satunya adalah rutinitas penumpang dalam menyeberang Ketapang – Gilimanuk. Pada penyeberangan Ketapang – Gilimanuk ini, kenyamanan yang dirasakan masih relatif normal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa :

1. Usia Kapal yang semakin tua sehingga selama pengoperasiannya, semakin lama, level getaran semakin meningkat.
2. Getaran pada ruang penumpang kapal ferry penyeberangan Ketapang – Gilimanuk masih memenuhi peraturan – peraturan Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep. 51/Men/1999 Tanggal 16 April 1999; ISO2631-1 (1997); dan Lloyd's Register's.
3. Getaran pada kapal ferry penyeberangan Ketapang - Gilimanuk memang mempengaruhi tubuh manusia, karena frekuensi eksitasi yang dihasilkan kapal melebihi frekuensi eksitasi subsistem manusia, sehingga terjadi resonansi perambatan getaran. Tetapi hal ini tidak mengganggu kesehatan, karena perjalanan penyeberangan hanyalah 45 menit.
4. Masalah kenyamanan tidak hanya dipengaruhi oleh getaran saja, tetapi juga beberapa faktor, salah satunya adalah rutinitas penumpang dalam menyeberang Ketapang – Gilimanuk. Pada penyeberangan Ketapang – Gilimanuk ini, kenyamanan yang dirasakan masih relatif normal.

Saran yang bisa diberikan dari hasil penelitian ini adalah perlu ditambahkan isolasi getaran khususnya pada tempat duduk, karena pada titik itulah perambatan getaran ke manusia yang cukup besar. Isolasi itu dapat berupa penambahan semen pada pondasi tempat duduk, ataupun pemakaian tempat duduk yang tidak mudah beresonansi.

DAFTAR PUSTAKA

1. ABS,[2002] "ABS Guide for Passenger Comfort on Ship", ABS Plaza, Houston,USA.
2. Denise B. McCafferty and Kevin P. McSweeney[2001], "Comfort: Passengers, Crews and Fast Ferries ", ABS,New Orleans, LA.
3. Kepmenaker No. Kep. 51/Men/1999, www.disnakertransdiy.go.id.
4. Noise and Vibration Group, [1985],"Vibration Control In Ship", A.S VERITEC, Norwegia.
5. Mc.Connell,G,Kenneth, [1995], "Vibration testing :Theory and Practice", JOHN WILEY&SONS INC, New York.
6. Inman, D., Prof., Prof. Y. Halevi, [2003], "ME 5514 Vibration of Mechanical Systems", www.cimss.vt.edu.
7. LDS-DACTRON, [2003], "Basic of Stuctural Vibration Testing and Analysis", www.lds-group.com.
8. Harvald, Sv,Aa, [1992], "Tahanan dan Propulsi Kapal", Airlangga University Press, Surabaya.

KUESIONER TUGAS AKHIR

Saya adalah mahasiswa ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) Surabaya yang sedang melakukan penelitian untuk tugas akhir. Dengan ini saya mohon kerjasama dari bapak/ibu/saudara sekalian untuk mengisi kuesioner ini. Saya ucapkan terima kasih sebesar – besarnya.

Nama :

Umur :

Jenis Kelamin : L / P

1. Berapa sering anda melakukan penyeberangan di pelabuhan Ketapang – Gilimanuk ?
a) setiap hari b) 3 hari sekali
c) seminggu sekali d) jarang
2. Apakah anda merasakan ada getaran di tempat duduk anda/ditempat anda berdiri?
a) ya b) tidak
3. Jika ya, bagaimana rasanya ?
a) nyaman b) cukup nyaman
c) tidak nyaman d) sangat tidak nyaman
4. Apakah anda sering mengalami keluhan akibat adanya getaran yang anda rasakan?
a) Setiap kali naik kapal penyeberangan ketapang – gilimanuk
b) kadang – kadang
c) tidak ada
5. Keluhan apa yang sering muncul ?
a) sakit kepala b) mual – mual
c) sakit perut d) lain – lain

----- TERIMA KASIH -----

NAMA KAPAL = DHARMA RUCITRA
UKURAN UTAMA KAPAL

Lpp = 42.375 m
Lwl = 44.07 m
B = 12.4 m
T = 2.8 m
H = 3.4 m
Cb = 0.7
Vs = 6 knot = 3.0864 1 knot = 0.5144 m/s

NO

1 PERHITUNGAN VOLUME DISPLACEMENT (▼)
▼ = Lwl * B * T * Cb = 1071.07728 m3
2 PERHITUNGAN DISPLACEMENT (Δ)
ρ air laut = 1.025 ton/m3
Δ = ▼ * ρ air laut = 1097.854212 ton

3 PERHITUNGAN LUAS PERMUKAAN BASAH BADAN KAPAL (ς)
ς = Lwl [(Cb x B) + (1.7 x T)] = 592.3008 m2

4 PENENTUAN KOEFISIEN TAHANAN GESEK (CF)
CF = 0.075 / (log Rn - 2)2
CF = 0.001603008
Φ = 1.18831E-06
Rn = Vs * Lwl / Φ = 114463101
Log Rn = 8.840106
(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 119)

5 PENENTUAN KOEFISIEN BILANGAN FROUDE (Fn) :
g = Percepatan gravitasi 9.8 m/sec^2
Fn = Vs / (g * Lwl)^0.5 = 0.148514086

6 PENENTUAN KOEFISIEN TAHANAN SISA (CR)
CR dinyatakan sebagai fungsi dari angka Froude (Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 118)
Menentukan harga Cr (tahanan sisa) dari Diagram Guldhammer-halvard, koefisien tahanan sisa:
Dengan cara interpolasi
L / ▼1/3 = 4.307276796
sebagai acuan untuk diagram yang akan dipakai

koefisien presmatik (φ) = Cb / B
B = (0.08 * Cb) + 0.93 = 0.986
sehingga CP (φ) = 0.709939148 untuk mencari Cr pada diagram koef tahanan sisa
Fn = 0.148514086 untuk mencari Cr pada diagram koef tahanan sisa
Dari diagram koef tahanan sisa diperoleh :

	a	b
	L / ▼1/3	Cr
batas bawah hasil L / ▼1/3	1 4	2.10E-03
	2 4.307276796	0.0019156
batas atas hasil L / ▼1/3	3 4.5	1.80E-03

Diisi dengan acuan Fn dan φ dari diagram koefisien tahanan sisa buku tahanan dan propulsi kapal Sv. Aa. Halvard

Interpolasi = (1b + (2a-1a)x(3b-1b)) / (3a-1a) =
-koreksi karena anggota badan kapal
Adanya boss baling-baling, sehingga CR dinaikkan 3-5% :
CR = (1 + X %) CR
CR = 0.002290932
Adanya poros baling-baling, sehingga CR dinaikkan 5% - 8%,
diambil = 5%
CR = (1 + X %) CR
CR = 0.002405478
(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 132)

7 PENENTUAN KOEFISIEN TAHANAN TAMBAHAN (CA)
adanya koefisien tambahan untuk koreksi model kapal yaitu
LWL < 100 m → CA = 0.0004
maka interpolasi :
sedangkan LWL kapal = 44.07
(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 132)

8 PENENTUAN KOEFISIEN TAHANAN UDARA (CAA) DAN TAHANAN KEMUDI (CAS)

Tahanan Udara (CAA)

$$CAA = 0.006 \times (LWL + 100)^{-0.16} - 0.00205$$

$$CAA = 0.000658816$$

Tahanan Kemudi

$$CAS = 0.04 \times 10^{-3}$$

$$CAS = 0.00004$$

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 132)

9 KOEFISIEN TAHANAN TOTAL KAPAL

$$CT = CR + CF + CA + CAS$$

$$CT = 0.004448486$$

koefisien tahanan total diatas garis air

$$CT = CAA = 0.000658816$$

10 PERHITUNGAN TAHANAN TOTAL KAPAL (RT)

Tahanan total dibawah garis air

$$RW = CT \times 0.5 \times \rho \times V_s^2 \times C$$

$$RW = 12863.3123 \text{ N}$$

Tahanan total diatas garis air

$$RAA = CAA \times 0.5 \times \rho \times V_s^2 \times X \text{ Compartement}$$

$$RAA = 0.711706054 \text{ N}$$

Sehingga

$$RT = RW + RAA$$

$$RT = 12864.024 \text{ N}$$

Tahanan total pada kondisi pelayaran dinas

$$RT(dinas) = RT + (X \% RT)$$

X = jalur pelayaran

jalur pelayaran Atlantik utara ke barat, untuk musim panas = 15% dan untuk musim dingin = 30%

jalur pelayaran Atlantik utara ke utara, untuk musim panas = 20% dan untuk musim dingin = 30%

jalur pelayaran Apasifik = 15-30% dan australia = 12-18%

jalur pelayaran asia timur = 15-20%

Rure kapal : Ketapang - Gilimanuk (jalur pelayaran asia timur)

$$\text{diambil} = 15\%$$

$$RT(dinas) = 14793.6276 \text{ N}$$

$$14.7936276 \text{ KN}$$

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 133)

11 PERHITUNGAN DAYA EFEKTIF KAPAL (EHP)

$$EHP = RT \text{ dinas} \times V_s$$

$$EHP = 45.65905224 \text{ kW}$$

$$62.07901334 \text{ HP}$$

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 134)

12 PENENTUAN ARUS IKUT (w) dan arus deduksi faktor (t)

Berdasarkan diagram pada buku Tahanan dan Propulsi Kapal hal 169, maka nilai w dapat dicari

$$B/L = 0.281370547$$

$$w1 = 0.4 \text{ (berdasarkan rasio lebar - panjang)}$$

$$w2 = 0.05 \text{ (berdasarkan koreksi bentuk penampang bagian buritan)}$$

$$w3 = 0 \text{ (berdasarkan rasio diameter - panjang)}$$

$$w = w1 + w2 + w3 = 0.45$$

$$t1 = 0.28 \text{ (berdasarkan rasio lebar - panjang)}$$

$$t2 = -0.05 \text{ (berdasarkan koreksi bentuk penampang bagian buritan)}$$

$$t3 = 0 \text{ (berdasarkan rasio diameter - panjang)}$$

$$t = t1 + t2 + t3 = 0.23$$

13 PERHITUNGAN KECEPATAN ADVANCE (Va)

$$V = 6 \text{ knot} = 3.08664 \text{ m/s}$$

$$Va = (1 - w)V$$

$$Va = 6 \text{ knot} = 3.08664 \text{ m/s}$$

14 PERHITUNGAN GAYA EKSITASI

$$T = \frac{EHP}{(1-t) \times Va}$$

(PNA vol II hal 182)

$$= 19.21100952 \text{ KN}$$



NAMA KAPAL = MARINA PRATAMA

UKURAN UTAMA KAPAL

Lpp = 47.05769231 m
Lwl = 48.94 m
B = 14 m
T = 2.7 m
H = 3.6 m
Cb = 0.7
Vs = 4 knot = 2.0576 1 knot = 0.5144 m/s

NO

1 PERHITUNGAN VOLUME DISPLACEMENT (▼)

▼ = Lwl * B * T * Cb = 1294.9524 m3

2 PERHITUNGAN DISPLACEMENT (Δ)

ρ air laut = 1.025 ton/m3
Δ = ▼ * ρ air laut = 1327.32621 ton

3 PERHITUNGAN LUAS PERMUKAAN BASAH BADAN KAPAL (ς)

ς = Lwl [(Cb x B) + (1.7 x T)] = 704.2466 m2

4 PENENTUAN KOEFISIEN TAHANAN GESEK (CF)

CF = 0,075 / (log Rn - 2)2 Φ = 1.18831E-06
CF = 0.001603008 Rn = Vs * Lwl / Φ = 84741308
Log Rn = 8.840106

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 119)

5 PENENTUAN KOEFISIEN BILANGAN FROUDE (Fn) :

g = Percepatan gravitasi 9.8 m/sec^2
Fn = Vs / (g * Lwl)^0,5 = 0.093954142

6 PENENTUAN KOEFISIEN TAHANAN SISA (CR)

CR dinyatakan sebagai fungsi dari angka Froude (Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 118)

Menentukan harga Cr (tahanan sisa) dari Diagram Guldhammer-halvard, koefisien tahanan sisa:

Dengan cara interpolasi

L / ▼^1/3 = 4.489996785

sebagai acuan untuk diagram yang akan dipakai

koefisien presmatik (φ) = Cb / B

B = (0,08 * Cb) + 0,93 = 0.986

sehingga CP (φ) = 0.709939148 untuk mencari Cr pada diagram koef tahanan sisa

Fn = 0.093954142 untuk mencari Cr pada diagram koef tahanan sisa

Dari diagram koef tahanan sisa diperoleh :

	a	b
	L / ▼^1/3	Cr
batas bawah hasil L / ▼^1/3	1 4.5	1.80E-03
	2 4.489996785	0.001814
batas atas hasil L / ▼^1/3	3 5	1.10E-03

Diisi dengan acuan Fn dan φ dari diagram koefisien tahanan sisa buku tahanan dan propulsi kapal Sv. Aa. Halvard

0.001814005

Interpolasi = (1b + (2a-1a)x(3b-1b)) / (3a-1a) =
- Koreksi karena anggota badan kapal

Adanya boss baling-baling, sehingga CR dinaikkan 3-5% :

,diambil = 3%

CR = (1 + X %) CR

CR = 0.002310943

Adanya poros baling-baling, sehingga CR dinaikkan 5% - 8%,
diambil = 5%

CR = (1 + X %) CR

CR = 0.00242649

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 132)

7 PENENTUAN KOEFISIEN TAHANAN TAMBAHAN (CA)

adanya koefisien tambahan untuk koreksi model kapal yaitu

LWL < 100 m → CA = 0.0004

sedangkan LWL kapal = 48.94

maka interpolasi :

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 132)

8 PENENTUAN KOEFISIEN TAHANAN UDARA (CAA) DAN TAHANAN KEMUDI (CAS)

Tahanan Udara (CAA)

$$CAA = 0.006 \times (LWL + 100)^{-0.16} - 0.00205$$

$$CAA = 0.000644446$$

Tahanan Kemudi

$$CAS = 0.04 \times 10^{-3}$$

$$CAS = 0.00004$$

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 132)

9 KOEFISIEN TAHANAN TOTAL KAPAL

$$CT = CR + CF + CA + CAS$$

$$CT = 0.004469498$$

koefisien tahanan total diatas garis air

$$CT = CAA = 0.000644446$$

10 PERHITUNGAN TAHANAN TOTAL KAPAL (RT)

Tahanan total dibawah garis air

$$RW = CT \times 0.5 \times \rho \times V_s^2 \times \zeta$$

$$RW = 6829.663028 \text{ N}$$

Tahanan total diatas garis air

$$RAA = CAA \times 0.5 \times P_{udara} \times V_s^2 \times X_{Compartement}$$

$$RAA = 0.309414335 \text{ N}$$

Sehingga

$$RT = RW + RAA$$

$$RT = 6829.972443 \text{ N}$$

Tahanan total pada kondisi pelayaran dinas

$$RT(dinas) = RT + (X \% RT)$$

X = jalur pelayaran

jalur pelayaran Atlantik utara ke barat, untuk musim panas = 15% dan untuk musim dingin = 30%

jalur pelayaran Atlantik utara ke utara, untuk musim panas = 20% dan untuk musim dingin = 30%

jalur pelayaran Apasifik= 15-30% dan australia =12-18%

jalur pelayaran asia timur =15-20%

Rure kapal : Ketapang - Gilimanuk (jalur pelayaran asia timur)

$$\text{diambil} = 15\%$$

$$RT(dinas) = 7854.468309 \text{ N}$$

$$7.854468309 \text{ KN}$$

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 133)

11 PERHITUNGAN DAYA EFEKTIF KAPAL (EHP)

$$EHP = RT \text{ dinas} \cdot V_s$$

$$EHP = 16.16135399 \text{ kW}$$

$$21.97331878 \text{ HP}$$

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 134)

12 PENENTUAN ARUS IKUT (w) dan arus deduksi faktor (t)

Berdasarkan diagram pada buku Tahanan dan Propulsi Kapal hal 169, maka nilai w dapat dicari

$$B/L = 0.286064569$$

$$w1 = 0.4 \text{ (berdasarkan rasio lebar - panjang)}$$

$$w2 = 0.05 \text{ (berdasarkan koreksi bentuk penampang bagian buritan)}$$

$$w3 = 0 \text{ (berdasarkan rasio diameter - panjang)}$$

$$w = w1 + w2 + w3 = 0.45$$

$$t1 = 0.28 \text{ (berdasarkan rasio lebar - panjang)}$$

$$t2 = -0.05 \text{ (berdasarkan koreksi bentuk penampang bagian buritan)}$$

$$t3 = 0 \text{ (berdasarkan rasio diameter - panjang)}$$

$$t = t1 + t2 + t3 = 0.23$$

13 PERHITUNGAN KECEPATAN ADVANCE (Va)

$$V = 4 \text{ knot} = 2.05776 \text{ m/s}$$

$$Va = (1 - w)V$$

$$Va = 4 \text{ knot} = 2.05776 \text{ m/s}$$

14 PERHITUNGAN GAYA EKSITASI

$$T = \frac{EHP}{(1-t) \times Va} \quad (\text{PNA vol II hal 182})$$

$$=$$

$$10.19981505 \text{ N}$$

NAMA KAPAL = SERIO DOMAR

UKURAN UTAMA KAPAL

Lpp = 36.25 m
Lwl = 37.7 m
B = 9.5 m
T = 2.7 m
H = 3.6 m
Cb = 0.7
Vs = 7 knot = 3.6008 1 knot = 0.5144 m/s

NO

1 PERHITUNGAN VOLUME DISPLACEMENT (▼)

▼ = Lwl * B * T * Cb = 676.9035 m³

2 PERHITUNGAN DISPLACEMENT (Δ)

ρ air laut = 1.025 ton/m³
Δ = ▼ * ρ air laut = 693.8260875 ton

3 PERHITUNGAN LUAS PERMUKAAN BASAH BADAN KAPAL (ζ)

ζ = Lwl [(Cb x B) + (1.7 x T)] = 423.748 m²

4 PENENTUAN KOEFISIEN TAHANAN GESEK (CF)

CF = 0.075 / (log Rn - 2)² Φ = 1.18831E-06
CF = 0.001603008 Rn = Vs * Lwl / Φ = 114238002
Log Rn = 8.840106

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 119)

5 PENENTUAN KOEFISIEN BILANGAN FROUDE (Fn) :

g = Percepatan gravitasi 9.8 m/sec²
Fn = Vs / (g * Lwl)^{0.5} = 0.187333431

6 PENENTUAN KOEFISIEN TAHANAN SISA (CR)

CR dinyatakan sebagai fungsi dari angka Froude (Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 118)

Menentukan harga Cr (tahanan sisa) dari Diagram Guldhammer-harvald, koefisien tahanan sisa:

Dengan cara interpolasi

L / ▼^{1/3} = 4.293707249

sebagai acuan untuk diagram yang akan dipakai

koefisien presmatik (φ) = Cb / B

B = (0.08 * Cb) + 0.93 = 0.986

sehingga CP (φ) = 0.709939148 untuk mencari Cr pada diagram koef tahanan sisa

Fn = 0.187333431 untuk mencari Cr pada diagram koef tahanan sisa

Dari diagram koef tahanan sisa diperoleh :

	a	b
	L / ▼ ^{1/3}	Cr
batas bawah hasil L / ▼ ^{1/3}	1 4	2.10E-03
	2 4.293707249	0.0019238
batas atas hasil L / ▼ ^{1/3}	3 4.5	1.80E-03

▼

Diisi dengan acuan Fn dan φ dari diagram koefisien tahanan sisa buku tahanan dan propulsi kapal Sv.

Aa. Halvard

0.001923776

Interpolasi = (1b + (2a-1a)x(3b-1b)) / (3a-1a) =

-Koreksi karena anggota badan kapal

Adanya boss baling-baling, sehingga CR dinaikkan 3-5%:

, diambil = 3%

CR = (1 + X %) CR

CR = 0.002149341

Adanya poros baling-baling, sehingga CR dinaikkan 5%- 8%

diambil = 5%

CR = (1 + X %) CR

CR = 0.002256808

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 132)

7 PENENTUAN KOEFISIEN TAHANAN TAMBAHAN (CA)

adanya koefisien tambahan untuk koreksi model kapal yaitu

LWL < 100 m → CA = 0.0004

sedangkan LWL kapal = 37.7

maka interpolasi :

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 132)

8 PENENTUAN KOEFISIEN TAHANAN UDARA (CAA) DAN TAHANAN KEMUDI (CAS)

Tahanan Udara (CAA)

$$CAA = 0.006 \times (LWL + 100)^{-0.16} - 0.00205$$

$$CAA = 0.000678487$$

Tahanan Kemudi

$$CAS = 0.04 \times 10^{-3}$$

$$CAS = 0.00004$$

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 132)

9 KOEFISIEN TAHANAN TOTAL KAPAL

$$CT = CR + CF + CA + CAS$$

$$CT = 0.004299815$$

koefisien tahanan total diatas garis air

$$CT = CAA = 0.000678487$$

10 PERHITUNGAN TAHANAN TOTAL KAPAL (RT)

Tahanan total dibawah garis air

$$RW = CT \times 0.5 \times \rho \times V_s^2 \times C$$

$$RW = 12107.35704 \text{ N}$$

Tahanan total diatas garis air

$$RAA = CAA \times 0.5 \times \rho \times V_s^2 \times \text{Compartement}$$

$$RAA = 0.997634493 \text{ N}$$

Sehingga

$$RT = RW + RAA$$

$$RT = 12108.35467 \text{ N}$$

Tahanan total pada kondisi pelayaran dinas

$$RT(\text{dinas}) = RT + (X \% RT)$$

X = jalur pelayaran

jalur pelayaran Atlantik utara ke barat, untuk musim panas = 15% dan untuk musim dingin = 30%

jalur pelayaran Atlantik utara ke utara, untuk musim panas = 20% dan untuk musim dingin = 30%

jalur pelayaran Apasifik = 15-30% dan australia = 12-18%

jalur pelayaran asia timur = 15-20%

Rute kapal : Ketapang - Gilimanuk (jalur pelayaran asia timur)

$$\text{diambil} = 15\%$$

$$RT(\text{dinas}) = 13924.60787 \text{ N}$$

$$13.92460787 \text{ KN}$$

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 133)

11 PERHITUNGAN DAYA EFEKTIF KAPAL (EHP)

$$EHP = RT \text{ dinas} \times V_s$$

$$EHP = 50.13972803 \text{ kW}$$

$$68.17103494 \text{ HP}$$

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 134)

12 PENENTUAN ARUS IKUT (w) dan arus deduksi faktor (t)

Berdasarkan diagram pada buku Tahanan dan Propulsi Kapal hal 169, maka nilai w dapat dicari

$$B/L = 0.25198939$$

$$w_1 = 0.4 \text{ (berdasarkan rasio lebar - panjang)}$$

$$w_2 = 0.05 \text{ (berdasarkan koreksi bentuk penampang bagian buritan)}$$

$$w_3 = 0 \text{ (berdasarkan rasio diameter - panjang)}$$

$$w = w_1 + w_2 + w_3 = 0.45$$

$$t_1 = 0.28 \text{ (berdasarkan rasio lebar - panjang)}$$

$$t_2 = -0.05 \text{ (berdasarkan koreksi bentuk penampang bagian buritan)}$$

$$t_3 = 0 \text{ (berdasarkan rasio diameter - panjang)}$$

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = 0.23$$

13 PERHITUNGAN KECEPATAN ADVANCE (Va)

$$V = 7 \text{ knot} = 3.60108 \text{ m/s}$$

$$V_a = (1 - w)V$$

$$V_a = 7 \text{ knot} = 3.60108 \text{ m/s}$$

14 PERHITUNGAN GAYA EKSTASI

$$T = \frac{EHP}{(1-t) \times V_a}$$

(PNA vol II hal 182)

$$=$$

$$18.08250022 \text{ KN}$$

NAMA KAPAL = RENY II

UKURAN UTAMA KAPAL

Lpp = 37.92307692 m
Lwl = 39.44 m
B = 16 m
T = 2.92 m
H = 4.1 m
Cb = 0.7
Vs = 7 knot = 3.6008 1 knot = 0.5144 m/s

NO

1 PERHITUNGAN VOLUME DISPLACEMENT (▼)

▼ = Lwl * B * T * Cb = 1289.84576 m³

2 PERHITUNGAN DISPLACEMENT (Δ)

ρ air laut = 1.025 ton/m³
Δ = ▼ * ρ air laut = 1322.091904 ton

3 PERHITUNGAN LUAS PERMUKAAN BASAH BADAN KAPAL (ζ)

ζ = Lwl [(Cb x B) + (1.7 x T)] = 637.50816 m²

4 PENENTUAN KOEFISIEN TAHANAN GESEK (CF)

CF = 0.075 / (log Rn - 2)² Φ = 1.18831E-06
CF = 0.001603008 Rn = Vs * Lwl / Φ = 119510525
Log Rn = 8.840106

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 119)

5 PENENTUAN KOEFISIEN BILANGAN FROUDE (Fn) :

g = Percepatan gravitasi 9.8 m/sec²
Fn = Vs / (g * Lwl)^{0.5} = 0.183154464

6 PENENTUAN KOEFISIEN TAHANAN SISA (CR)

CR dinyatakan sebagai fungsi dari angka Froude (Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 118)

Menentukan harga Cr (tahanan sisa) dari Diagram Guldhammer-harvald, koefisien tahanan sisa:

Dengan cara interpolasi

L / ▼^{1/3} = 3.623188919

sebagai acuan untuk diagram yang akan dipakai

koefisien presmatik (φ) = Cb / B

β = (0.08 * Cb) + 0.93 = 0.986

sehingga CP (φ) = 0.709939148 untuk mencari Cr pada diagram koef tahanan sisa

Fn = 0.183154464 untuk mencari Cr pada diagram koef tahanan sisa

Dari diagram koef tahanan sisa diperoleh :

	a	b
	L / ▼ ^{1/3}	Cr
batas bawah hasil L / ▼ ^{1/3}	1 3.5	2.10E-03
	2 3.623188919	0.0021
batas atas hasil L / ▼ ^{1/3}	3 4	2.10E-03

Diisi dengan acuan Fn dan φ dari diagram koefisien tahanan sisa buku tahanan dan propulsi kapal Sv.

Aa. Halvard
0.0021

Interpolasi = (1b + (2a-1a)x(3b-1b)) / (3a-1a) =
- Koreksi karena anggota badan kapal

Adanya boss baling-baling, sehingga CR dinaikkan 3-5% :

, diambil = 3%

CR = (1 + X %) CR

CR = 0.002654014

Adanya poros baling-baling, sehingga CR dinaikkan 5% - 8%,
diambil = 5%

CR = (1 + X %) CR

CR = 0.002786714

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 132)

7 PENENTUAN KOEFISIEN TAHANAN TAMBAHAN (CA)

adanya koefisien tambahan untuk koreksi model kapal yaitu

LWL < 100 m → CA = 0.0004

maka interpolasi :

sedangkan LWL kapal = 39.44

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 132)

8 PENENTUAN KOEFISIEN TAHANAN UDARA (CAA) DAN TAHANAN KEMUDI (CAS)

Tahanan Udara (CAA)

$$CAA = 0.006 \times (LWL + 100)^{-0.16} - 0.00205$$

$$CAA = 0.00067301$$

Tahanan Kemudi

$$CAS = 0.04 \times 10^{-3}$$

$$CAS = 0.00004$$

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 132)

9 KOEFISIEN TAHANAN TOTAL KAPAL

$$CT = CR + CF + CA + CAS$$

$$CT = 0.004829722$$

koefisien tahanan total diatas garis air

$$CT = CAA = 0.00067301$$

10 PERHITUNGAN TAHANAN TOTAL KAPAL (RT)

Tahanan total dibawah garis air

$$RW = CT \times 0.5 \times \rho \times V_s^2 \times \zeta$$

$$RW = 20459.72328 \text{ N}$$

Tahanan total diatas garis air

$$RAA = CAA \times 0.5 \times P_{udara} \times V_s^2 \times X_{Compartement}$$

$$RAA = 0.989582163 \text{ N}$$

Sehingga

$$RT = RW + RAA$$

$$RT = 20460.71286 \text{ N}$$

Tahanan total pada kondisi pelayaran dinas

$$RT(dinas) = RT + (X \% RT)$$

X = jalur pelayaran

jalur pelayaran Atlantik utara ke barat, untuk musim panas = 15% dan untuk musim dingin = 30%

jalur pelayaran Atlantik utara ke utara, untuk musim panas = 20% dan untuk musim dingin = 30%

jalur pelayaran Apasifik = 15-30% dan australia = 12-18%

jalur pelayaran asia timur = 15-20%

Rute kapal : Ketapang - Gilimanuk (jalur pelayaran asia timur)

$$\text{diambil} = 15\%$$

$$RT(dinas) = 23529.81979 \text{ N}$$

$$23.52981979 \text{ KN}$$

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 133)

11 PERHITUNGAN DAYA EFEKTIF KAPAL (EHP)

$$EHP = RT \text{ dinas} \cdot V_s$$

$$EHP = 84.7261751 \text{ kW}$$

$$115.1955001 \text{ HP}$$

(Tahanan dan propulsi kapal, Sv A.A. Harvald hal. 134)

12 PENENTUAN ARUS IKUT (w) dan arus deduksi faktor (t)

Berdasarkan diagram pada buku Tahanan dan Propulsi Kapal hal 169, maka nilai w dapat dicari

$$B/L = 0.405679513$$

$$w1 = 0.4 \text{ (berdasarkan rasio lebar - panjang)}$$

$$w2 = 0.05 \text{ (berdasarkan koreksi bentuk penampang bagian buritan)}$$

$$w3 = 0 \text{ (berdasarkan rasio diameter - panjang)}$$

$$w = w1 + w2 + w3 = 0.45$$

$$t1 = 0.28 \text{ (berdasarkan rasio lebar - panjang)}$$

$$t2 = -0.05 \text{ (berdasarkan koreksi bentuk penampang bagian buritan)}$$

$$t3 = 0 \text{ (berdasarkan rasio diameter - panjang)}$$

$$t = t1 + t2 + t3 = 0.23$$

13 PERHITUNGAN KECEPATAN ADVANCE (Va)

$$V = 7 \text{ knot} = 3.60108 \text{ m/s}$$

$$Va = (1 - w)V$$

$$Va = 7 \text{ knot} = 3.60108 \text{ m/s}$$

14 PERHITUNGAN GAYA EKSTASI

$$T = \frac{RT}{(1-t) \times Va} \quad (\text{PNA vol II hal 182})$$

$$= 30.55583148 \text{ N}$$

Untuk KMP MARINA PRATAMA

Daya Mesin = 2000 HP
 Kecepatan kapal = 4 knot = 2.058 m/s
 rpm mesin = 200 rpm

Menghitung gaya eksitasi

$$F_{eksitasi} = \frac{EHP}{(1-t)Va}$$

$$F = 10199 \text{ N}$$

Menghitung frekuensi eksitasi

$$f_{eksitasi} = \frac{2 \pi rpm}{60} = 83.73 \text{ rad/s}$$

Menghitung getaran pada lambung (ruang akomodasi)

Data untuk plat pada gading nomor -20 sampai 20 (tempat penumpang)

G = gaya grafitasi = 9.8 m/s^2

γ = berat jenis = 77500 kg/m^3

h = tebal pelat = 0.008 m

a = panjang pelat = 20 m

b = lebar pelat = 14 m

H = Tinggi sampai ruang akomodasi = 8.8 m

H2 = Tinggi sampai deck = 4 m

E = Modulus Elastisitas = $5E+10 \text{ N/m}^2$

Menghitung kekakuan pelat(lambung bawah kapal) M = 173600 Kg

$$k = \frac{E \cdot A}{a} = \frac{4.8E+10 \times 0.112}{20} = 2.69E+08 \text{ N/m}$$

Menghitung kekakuan double bottom M = 173600 Kg

$$k = \frac{E \cdot A}{a} = \frac{4.8E+10 \times 0.112}{20} = 2.69E+08 \text{ N/m}$$

Menghitung kekakuan pelat(lambung samping)

$$k = 2 \frac{E \cdot A}{a} = \frac{4.8E+10 \times 0.141}{20} = 3.38E+08 \text{ N/m} \quad M = 218240 \text{ Kg}$$

Menghitung kekakuan pelat(sekat kamar mesin)

$$k = 2 \frac{E \cdot A}{a} = \frac{4.8E+10 \times 0.064}{14} = 2.19E+08 \text{ N/m} \quad M = 69440 \text{ Kg}$$

Menghitung kekakuan girder memanjang M = 13094 Kg

$$k = \frac{E \cdot A}{a} = \frac{4.8E+10 \times 0.002}{8.8} = 13090909 \text{ N/m}$$

$$\text{Jumlah girder} = 8$$

$$K \text{ girder} = 1.05E+08 \text{ N/m}$$

Jadi kekakuan total sistem adalah penjumlahan antara kekakuan pelat dan kekakuan girder, maka :

$$K = 3E+08 + 2.69E+08 + 3E+08 + 2E+08 + 104727272.7$$

$$K = 1E+09 \text{ N/m}$$

Perhitungan massa konstruksi

$$M \text{ total} = 647974.4 \text{ Kg}$$

Perhitungan frekuensi natural sistem

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K}{M}} = 43.02819 \text{ rad/s}$$

- # Menghitung amplitudo
Redaman untuk sistem

$$C = \frac{2m\omega_n}{55762325}$$

$$F = 10199$$

$$A = \frac{F / K}{\sqrt{\left(1 - \frac{m\omega^2}{K}\right)^2 + \left(\frac{c\omega}{K}\right)^2}}$$

$$A = \frac{8.5E-06 \text{ m}}{4.78696}$$

$$A = 1.78E-06 \text{ m}$$

$$= 0.001776 \text{ mm}$$

- # Menghitung getaran lokal area :
Dimensi utama ruang akomodasi

$$P = 20 \quad L = 14 \quad T = 2.4$$

AREA MP1

- # Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \quad a = 3 \quad b = 7 \quad B = 10.98333333$$

$$b/a \text{ aktual} = 2.333333$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.65$$

$$B \text{ akhir} = 18.9$$

$$\text{Harga } B = 10.98333$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{t}{a^2} = 15.13 \text{ rad/s}$$

- # Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n}\right)^2 = 0.043 \text{ inci} = 1.087 \text{ mm}$$

- # Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{\text{eksitasi}}}{f_{n \text{ lokal}}} = 5.533$$

- # Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.0338$$

- # Faktor Skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.026$$

- # Level getaran lokal

$$V_t = M \cdot V_g$$

$$V_t = 1.026245 \times 0.002$$

$$V_t = 0.001823 \text{ mm}$$

AREA MP2

Frekuensi natural lokal
 Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :
 $t = 0.008$ a = 3 b = 7 B = 10.98333333
 $b/a \text{ aktual} = 2.333333$
 $b/a \text{ awal} = 1$
 $b/a \text{ akhir} = 1.5$
 $B \text{ awal} = 23.65$
 $B \text{ akhir} = 18.9$
 Harga B = 10.98333

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{t}{a^2} = 15.13 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal
 $\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.043 \text{ inci} = 1.087 \text{ mm}$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal
 $\beta = \frac{f_{\text{eksitasi}}}{f_{n \text{ lokal}}} = 5.533$

Faktor resonansi transmisibilitas
 $Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.0338$

Faktor Skala
 $M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.026$

Level getaran lokal
 $V_t = M \cdot V_g$
 $V_t = 1.026245 \times 0.002$
 $V_t = 0.001823 \text{ mm}$

AREA MP3

Frekuensi natural lokal
 Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :
 $t = 0.008$ a = 4 b = 7 B = 22.9
 $b/a \text{ aktual} = 1.75$
 $b/a \text{ awal} = 1$
 $b/a \text{ akhir} = 1.5$
 $B \text{ awal} = 23.77$
 $B \text{ akhir} = 23.19$
 Harga B = 22.9

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{t}{a^2} = 17.75 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal
 $\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.031 \text{ inci} = 0.79 \text{ mm}$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{fn_{lokal}} = 4.718$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.047$$

Faktor Skala

$$M = \delta s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.027$$

Level getaran lokal

$$Vt = M \cdot Vg$$

$$Vt = 1.02658 \times 0.002$$

$$Vt = 0.001823 \text{ mm}$$

AREA MP4

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \text{ a} = 4 \text{ b} = 7 \text{ B} = 22.9$$

$$b/a \text{ aktual} = 1.75$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.77$$

$$B \text{ akhir} = 23.19$$

$$\text{Harga B} = 22.9$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{t}{a^2} = 17.75 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.031 \text{ inci} = 0.79 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{fn_{lokal}} = 4.718$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.047$$

Faktor Skala

$$M = \delta s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.027$$

Level getaran lokal

$$Vt = M \cdot Vg$$

$$Vt = 1.02658 \times 0.002$$

$$Vt = 0.001823 \text{ mm}$$

AREA MP5

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \quad a = \quad 3 \quad b = \quad 7 \quad B = 10.98333333$$

$$b/a \text{ aktual} = 2.333333$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.65$$

$$B \text{ akhir} = 18.9$$

$$\text{Harga } B = 10.98333$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{t}{a^2} = 15.13 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.043 \text{ inci} = 1.087 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{\text{eksitasi}}}{f_{n \text{ lokal}}} = 5.533$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.0338$$

Faktor Skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.026$$

Level getaran lokal

$$V_t = M \cdot V_g$$

$$V_t = 1.026245 \times 0.002$$

$$V_t = 0.001823 \text{ mm}$$

AREA MP6

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \quad a = \quad 3 \quad b = \quad 7 \quad B = 10.98333333$$

$$b/a \text{ aktual} = 2.333333$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.65$$

$$B \text{ akhir} = 18.9$$

$$\text{Harga } B = 10.98333$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{t}{a^2} = 15.13 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.043 \text{ inci} = 1.087 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{\text{eksitasi}}}{fn_{\text{lokal}}} = 5.533$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.0338$$

Faktor Skala

$$M = \delta s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.026$$

Level getaran lokal

$$Vt = M \cdot Vg$$

$$Vt = 1.026245 \times 0.002$$

$$Vt = 0.001823 \text{ mm}$$

Untuk KMP SERIO DOMAR

Daya Mesin = 1600 HP
 Kecepatan kapal = 6 knot = 3.086 m/s
 rpm mesin = 380 rpm

Menghitung gaya eksitasi

$$F_{eksitasi} = \frac{EHP}{(1-t)Va}$$

$$F = 13285 \text{ N}$$

Menghitung frekuensi eksitasi

$$f_{eksitasi} = \frac{2 \pi rpm}{60} = 79.55 \text{ rad/s}$$

Menghitung getaran pada lambung (ruang akomodasi)

Data untuk plat pada gading nomor 12 sampai 55 (tempat penumpang)

G = gaya grafitasi = 9.8 m/s^2
 γ = berat jenis = 77500 kg/m^3
 h = tebal pelat = 0.008 m
 a = panjang pelat = 21.5 m
 b = lebar pelat = 9.5 m
 H = Tinggi sampai ruang akomodasi = 8 m
 H2 = Tinggi sampai deck = 3.4 m
 E = Modulus Elastisitas = $5E+10 \text{ N/m}^2$

Menghitung kekakuan pelat(lambung bawah kapal) M = 126635 Kg

$$k = \frac{E \cdot A}{a} = \frac{4.8E+10 \times 0.076}{21.5} = 1.7E+08 \text{ N/m}$$

Menghitung kekakuan double bottom M = 126635 Kg

$$k = \frac{E \cdot A}{a} = \frac{4.8E+10 \times 0.076}{21.5} = 1.7E+08 \text{ N/m}$$

Menghitung kekakuan pelat(lambung samping)

$$k = 2 \frac{E \cdot A}{a} = \frac{4.8E+10 \times 0.128}{21.5} = 2.86E+08 \text{ N/m} \quad M = 213280 \text{ Kg}$$

Menghitung kekakuan pelat(sekat kamar mesin)

$$k = 2 \frac{E \cdot A}{a} = \frac{4.8E+10 \times 0.054}{9.5} = 2.75E+08 \text{ N/m} \quad M = 40052 \text{ Kg}$$

Menghitung kekakuan girder memanjang M = 13392 Kg

$$k = \frac{E \cdot A}{a} = \frac{4.8E+10 \times 0.002}{8} = 14400000 \text{ N/m}$$

$$\text{Jumlah girder} = 9$$

$$K \text{ girder} = 1.3E+08 \text{ N/m}$$

Jadi kekakuan total sistem adalah penjumlahan antara kekakuan pelat dan kekakuan girder, maka :

$$K = 2E+08 + 1.7E+08 + 3E+08 + 2.9E+08 + 129600000$$

$$K = 1E+09 \text{ N/m}$$

Perhitungan massa konstruksi

$$M \text{ total} = 519994 \text{ Kg}$$

Perhitungan frekuensi natural sistem

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K}{M}} = 44.73202 \text{ rad/s}$$

Menghitung amplitudo

Redaman untuk sistem

$$C = 2m\omega_n$$

$$C = 46520761$$

$$F = 13285$$

$$A = \frac{F}{K}$$

$$A = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{m\omega^2}{K}\right)^2 + \left(\frac{c\omega}{K}\right)^2}}$$

$$A = \frac{1.277E-05}{4.1623287} \text{ m}$$

$$A = \frac{3.068E-06}{0.0030675} \text{ mm}$$

Menghitung getaran lokal area :
Dimensi utama ruang akomodasi

$$P = 21.5 \text{ L} = 9.5 \text{ T} = 2.4$$

AREA SD1

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \text{ a} = 4 \text{ b} = 4.75 \text{ B} = 21.86875$$

$$b/a \text{ aktual} = 1.1875$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.65$$

$$B \text{ akhir} = 18.9$$

$$\text{Harga B} = 21.86875$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{1}{a^2} = 16.95 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n}\right)^2 = 0.034 \text{ inci} = 0.866 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{\text{eksitasi}}}{f_n \text{ lokal}} = 4.693$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.04754$$

Faktor Skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.027$$

Level getaran lokal

$$V_t = M \cdot V_g$$

$$V_t = 1.026593 \times 0.003$$

$$V_t = 0.003149 \text{ mm}$$

AREA SD2

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \text{ a} = 4 \text{ b} = 4.75 \text{ B} = 21.86875$$

$$b/a \text{ aktual} = 1.1875$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.65$$

$$B \text{ akhir} = 18.9$$

$$\text{Harga B} = 21.86875$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{1}{a^2} = 16.95 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.034 \text{ inci} = 0.866 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_{n \text{ lokal}}} = 4.693$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.04754$$

Faktor Skala

$$M = \delta s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.027$$

Level getaran lokal

$$Vt = M \cdot Vg$$

$$Vt = 1.026593 \times 0.003$$

$$Vt = 0.003149 \text{ mm}$$

AREA SD3

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \text{ a} = 4.75 \text{ b} = 14.5 \text{ B} = 21.3889474$$

$$b/a \text{ aktual} = 3.052632$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.77$$

$$B \text{ akhir} = 23.19$$

$$\text{Harga B} = 21.38895$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{f}{a^2} = 11.76 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.071 \text{ inci} = 1.801 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_{n \text{ lokal}}} = 6.767$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.02232$$

Faktor Skala

$$M = \delta s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.026$$

Level getaran lokal

$$Vt = M \cdot Vg$$

$$Vt = 1.025956 \times 0.003$$

$$Vt = 0.003147 \text{ mm}$$

AREA SD4

Frekuensi natural lokal
 Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :
 $t = 0.008$ $a = 4.75$ $b = 14.5$ $B = 21.3889474$
 b/a aktual = 3.052632
 b/a awal = 1
 b/a akhir = 1.5
 B awal = 23.77
 B akhir = 23.19
 Harga $B = 21.38895$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{f}{a^2} = 11.76 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal
 $\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.071 \text{ inci} = 1.801 \text{ mm}$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal
 $\beta = \frac{f_{eksitasi}}{fn_{lokal}} = 6.767$

Faktor resonansi transmisibilitas
 $Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.02232$

Faktor Skala
 $M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.026$

Level getaran lokal
 $V_t = M \cdot V_g$
 $V_t = 1.025956 \times 0.003$
 $V_t = 0.003147 \text{ mm}$

AREA SD5

Frekuensi natural lokal
 Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :
 $t = 0.008$ $a = 3$ $b = 4.75$ $B = 18.1083333$
 b/a aktual = 1.583333
 b/a awal = 1
 b/a akhir = 1.5
 B awal = 23.65
 B akhir = 18.9
 Harga $B = 18.10833$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{f}{a^2} = 24.95 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal
 $\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.016 \text{ inci} = 0.4 \text{ mm}$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal
 $\beta = \frac{f_{eksitasi}}{fn_{lokal}} = 3.188$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.10904$$

Faktor Skala

$$M = \delta s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.028$$

Level getaran lokal

$$Vt = M \cdot Vg$$

$$Vt = 1.028145 \times 0.003$$

$$Vt = 0.003154 \text{ mm}$$

AREA SD6

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \text{ a} = 3 \text{ b} = 4.75 \text{ B} = 18.108333$$

$$b/a \text{ aktual} = 1.583333$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.65$$

$$B \text{ akhir} = 18.9$$

$$\text{Harga B} = 18.10833$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{l}{a^2} = 24.95 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.016 \text{ inci} = 0.4 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{fn_{lokal}} = 3.188$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.10904$$

Faktor Skala

$$M = \delta s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.028$$

Level getaran lokal

$$Vt = M \cdot Vg$$

$$Vt = 1.028145 \times 0.003$$

$$Vt = 0.003154 \text{ mm}$$

Untuk KMP RENY II

Daya Mesin = 1500 HP
Kecepatan kapal = 7 knot = 3.6008 m/s
rpm mesin = 220 rpm

Menghitung gaya eksitasi

$$F_{eksitasi} = \frac{EHP}{(1-t)Va}$$
$$F = 30555 \text{ N}$$

Menghitung frekuensi eksitasi

$$f_{eksitasi} = \frac{2\pi rpm}{60} = 92.11 \text{ rad/s}$$

Menghitung getaran pada lambung (ruang akomodasi)

Data untuk plat pada gading nomor 15 sampai 45 (tempat penumpang)

G = gaya grafitasi = 9.8 m/s^2
 γ = berat jenis = 77500 kg/m^3
h = tebal pelat = 0.008 m
a = panjang pelat = 15 m
b = lebar pelat = 16 m
H = Tinggi sampai ruang akomodasi = 8 m
H2 = Tinggi sampai deck = 4 m
E = Modulus Elastisitas = $5E+10 \text{ N/m}^2$

Menghitung kekakuan pelat(lambung bawah kapal) M = 148800 Kg

$$k = \frac{E \cdot A}{a} = \frac{4.8E+10 \times 0.128}{15}$$

$$= 4.1E+08 \text{ N/m}$$

Menghitung kekakuan double bottom M = 148800 Kg

$$k = \frac{E \cdot A}{a} = \frac{4.8E+10 \times 0.128}{15}$$

$$= 4.1E+08 \text{ N/m}$$

Menghitung kekakuan pelat(lambung samping)

$$k = 2 \frac{E \cdot A}{a} = \frac{4.8E+10 \times 0.128}{15} \quad M = 148800 \text{ Kg}$$

$$= 4.1E+08 \text{ N/m}$$

Menghitung kekakuan pelat(sekat kamar mesin)

$$k = \frac{E \cdot A}{a} = \frac{4.8E+10 \times 0.032}{16} \quad M = 79360 \text{ Kg}$$

$$\text{Banyak sekat} = 4$$
$$= 3.84E+08 \text{ N/m}$$

Menghitung kekakuan girder memanjang M = 10416 Kg

$$k = \frac{E \cdot A}{a} = \frac{4.8E+10 \times 0.002}{8}$$

$$= 14400000 \text{ N/m}$$

$$\text{Jumlah girder} = 7$$

$$K \text{ girder} = 1.01E+08 \text{ N/m}$$

Jadi kekakuan total sistem adalah penjumlahan antara kekakuan pelat dan kekakuan girder, maka :

$$K = 4E+08 + 4.1E+08 + 4E+08 + 4E+08 + 100800000$$

$$K = 2E+09 \text{ N/m}$$

Perhitungan massa konstruksi

$$M \text{ total} = 536176 \text{ Kg}$$

Perhitungan frekuensi natural sistem

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K}{M}} = 56.53287 \text{ rad/s}$$

Menghitung amplitudo pada double bottom

Redaman untuk sistem

$$C = 2m\omega_n$$

$$C = 60623137$$

$$F = 30555$$

$$A = \frac{F / K}{\sqrt{\left(1 - \frac{m \omega^2}{K}\right)^2 + \left(\frac{c \omega}{K}\right)^2}}$$

$$A = \frac{1.78E-05 \text{ m}}{3.654484}$$

$$A = \frac{4.88E-06 \text{ m}}{0.004879 \text{ mm}}$$

Menghitung getaran lokal area :
Dimensi utama ruang akomodasi

$$P = 15 \quad L = 16 \quad T = 2.4$$

AREA RE1

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \quad a = 3.5 \quad b = 8 \quad B = 11.4357143$$

$$b/a \text{ aktual} = 2.285714$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.65$$

$$B \text{ akhir} = 18.9$$

$$\text{Harga } B = 11.43571$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{1}{a^2} = 11.576 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.073 \text{ inci} = 1.8571 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{\text{eksitasi}}}{f_n \text{ lokal}} = 7.957$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.016$$

Faktor Skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.026$$

Level getaran lokal

$$V_t = M \cdot V_g$$

$$V_t = 1.025797 \times 0.005$$

$$V_t = 0.005005 \text{ mm}$$

AREA RE2

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \quad a = 3.5 \quad b = 8 \quad B = 11.4357143$$

$$b/a \text{ aktual} = 2.285714$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.65$$

$$B \text{ akhir} = 18.9$$

$$\text{Harga } B = 11.43571$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{1}{a^2} = 11.576 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.073 \text{ inci} = 1.8571 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_{n \text{ lokal}}} = 7.957$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.016$$

Faktor Skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.026$$

Level getaran lokal
 $V_t = M \cdot V_g$
 $V_t = 1.025797 \times 0.005$
 $V_t = 0.005005 \text{ mm}$

AREA RE3

Frekuensi natural lokal
 Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :
 $t = 0.008 \text{ a} = 4.5 \text{ b} = 10.6 \text{ B} = 22.1975556$
 $b/a \text{ aktual} = 2.355556$
 $b/a \text{ awal} = 1$
 $b/a \text{ akhir} = 1.5$
 $B \text{ awal} = 23.77$
 $B \text{ akhir} = 23.19$
 Harga B = 22.19756

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times \frac{l}{a^1} = 13.593 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.053 \text{ inci} = 1.3468 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_{n \text{ lokal}}} = 6.776$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.022$$

Faktor Skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.026$$

Level getaran lokal
 $V_t = M \cdot V_g$
 $V_t = 1.025954 \times 0.005$
 $V_t = 0.005006 \text{ mm}$

AREA RE4

Frekuensi natural lokal
 Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :
 $t = 0.008 \text{ a} = 7 \text{ b} = 8 \text{ B} = 23.6042857$
 $b/a \text{ aktual} = 1.142857$

b/a awal = 1
 b/a akhir = 1.5
 B awal = 23.77
 B akhir = 23.19
 Harga B = 23.60429

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{f}{a^2} = 5.9733 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.275 \text{ inci} = 6.9741 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_n \text{ lokal}} = 15.42$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.004$$

Faktor Skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.025$$

Level getaran lokal

$$V_t = M \cdot V_g$$

$$V_t = 1.025499 \times 0.005$$

$$V_t = 0.005004 \text{ mm}$$

AREA RE5

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \text{ a} = 7 \text{ b} = 8 \text{ B} = 22.2928571$$

$$b/a \text{ aktual} = 1.142857$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.65$$

$$B \text{ akhir} = 18.9$$

$$\text{Harga B} = 22.29286$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{f}{a^2} = 5.6415 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.308 \text{ inci} = 7.8188 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_n \text{ lokal}} = 16.33$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.004$$

Faktor Skala

$$M = \delta s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.025$$

Level getaran lokal

$$Vt = M \cdot Vg$$

$$Vt = 1.025487 \times 0.005$$

$$Vt = 0.005004 \text{ mm}$$

Untuk RE6 sampai RE9, karena berada satu deck atas, maka ada faktor transmisibilitas.

Menghitung kekakuan pelat(lambung samping) $M = 124000$

$$k = 2 \frac{E \cdot A}{a} = \frac{5E+10 \times 0.0384}{12.5} = 1E+08 \text{ N/m}$$

Menghitung frekuensi natural sistem

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K}{M}} = 34.48 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.008 \text{ inci} = 0.2093 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_n \text{ lokal}} = 2.671$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.163$$

Faktor Skala

$$M = \delta s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.03$$

Level getaran pada deck kedua

$$Vt = M \cdot Vg$$

$$Vt = 1.029503 \times 0.005$$

$$Vt = 0.005023 \text{ mm}$$

AREA RE6

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \text{ a} = 3 \text{ b} = 8 \text{ B} = 21.836667$$

$$b/a \text{ aktual} = 2.666667$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.77$$

$$B \text{ akhir} = 23.19$$

$$\text{Harga B} = 21.83667$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{1}{a^2} = 30.086 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.011 \text{ inci} = 0.2749 \text{ mm}$$



Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_{n \text{ lokal}}} = 3.061$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.119$$

Faktor Skala

$$M = \delta s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.028$$

Level getaran lokal

$$Vt = M \cdot Vg$$

$$Vt = 1.028406 \times 0.005$$

$$Vt = 0.005166 \text{ mm}$$

AREA RE7

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \text{ a} = 3 \text{ b} = 8 \text{ B} = 21.836667$$

$$b/a \text{ aktual} = 2.666667$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.77$$

$$B \text{ akhir} = 23.19$$

$$\text{Harga B} = 21.83667$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{1}{a^1} = 30.086 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.011 \text{ inci} = 0.2749 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_{n \text{ lokal}}} = 3.061$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.119$$

Faktor Skala

$$M = \delta s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.028$$

Level getaran lokal

$$Vt = M \cdot Vg$$

$$Vt = 1.028406 \times 0.005$$

$$Vt = 0.005166 \text{ mm}$$

AREA RE8

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \text{ a} = 4 \text{ b} = 5 \text{ B} = 23.48$$

$$b/a \text{ aktual} = 1.25$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.77$$

$$B \text{ akhir} = 23.19$$

$$\text{Harga B} = 23.48$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{1}{a^1} = 18.197 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.03 \text{ inci} = 0.7515 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_{n \text{ lokal}}} = 5.062$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.041$$

Faktor Skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.026$$

Level getaran lokal

$$V_t = M \cdot V_g$$

$$V_t = 1.026418 \times 0.005$$

$$V_t = 0.005156 \text{ mm}$$

AREA RE9

Frekuensi natural lokal

Karena yang dirasakan oleh penumpang pada lantai, maka frekuensi natural lantai :

$$t = 0.008 \text{ a} = 4 \text{ b} = 5 \text{ B} = 23.48$$

$$b/a \text{ aktual} = 1.25$$

$$b/a \text{ awal} = 1$$

$$b/a \text{ akhir} = 1.5$$

$$B \text{ awal} = 23.77$$

$$B \text{ akhir} = 23.19$$

$$\text{Harga B} = 23.48$$

$$\omega_n = 1.55 \times 10^3 \times B \times \frac{1}{a^1} = 18.197 \text{ rad/s}$$

Defleksi lokal

$$\delta_s = \left(\frac{3.13}{\omega_n} \right)^2 = 0.03 \text{ inci} = 0.7515 \text{ mm}$$

Rasio antara frekuensi eksitasi dengan frekuensi natural lokal

$$\beta = \frac{f_{eksitasi}}{f_{n \text{ lokal}}} = 5.062$$

Faktor resonansi transmisibilitas

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta^2)^2 + (2\beta \times C / Cr)^2}} = 0.041$$

Faktor Skala

$$M = \delta_s \cdot \frac{\omega^2}{g} \cdot Z + 1 = 1.026$$

Level getaran lokal

$$V_t = M \cdot V_g$$

$$V_t = 1.026418 \times 0.005$$

$$V_t = 0.005156 \text{ mm}$$

OKTAVIANUS HARDIANTO
NRP. 4201 100 027

ANALISA GETARAN KAPAL FERRY PENYEBERANGAN
KETAPANG - GILIMANUK TERHADAP KENYAMANAN PENUMPANG

2006